



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ:

**«Επίδραση της εφαρμογής διαφορετικών δόσεων αμμωνιακού αζώτου στην
απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σταμναγκαθιού»**

ΦΑΣΟΛΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ-ΜΙΧΑΛΙΤΣΑ

ΒΟΛΟΣ 2018

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΘΕΜΑ:

**«Επίδραση της εφαρμογής διαφορετικών δόσεων αμμωνιακού αζώτου στην
απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σταμναγκαθιού»**

ΦΑΣΟΛΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ-ΜΙΧΑΛΙΤΣΑ

Εξεταστική επιτροπή:

Εισηγητής: Πετρόπουλος Σπύρος, Επίκουρος Καθηγητής

Μέλη: Αντωνιάδης Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Πετρόπουλο Σπύρο, Επίκουρο Καθηγητή του εργαστηρίου των Κηπευτικών Καλλιεργειών, ο οποίος με εμπιστεύτηκε με την ανάθεση της συγκεκριμένης μελέτης. Με την καθοδήγηση του και την πολύτιμη βοήθεια του εισήλθε εις πέρας η συγκεκριμένη μελέτη.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του εργαστηρίου της Εδαφολογίας για την ολοκλήρωση ενός σημαντικού μέρους της εργασίας και ιδιαιτέρως τον κ. Αντωνιάδη Βασίλη, Αναπληρωτή Καθηγητή, για τη βοήθεια του καθώς και την ανάγνωση και αξιολόγηση της μελέτης αυτής ως μέλος της επιτροπής. Ευχαριστώ πολύ και τον κ. Καρκάνη Ανέστη, Επίκουρο Καθηγητή, ως δεύτερο μέλος της επιτροπής αξιολόγησης της μελέτης.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στη φίλη και συνάδελφο μου Ανέστη Σταυρούλα για την άριστη συνεργασία κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.

Δε θα μπορούσα να παραλείψω την οικογένεια μου για τη στήριξη και τη συμπαράσταση που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	8
<u>1.1 Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ</u>	8
<u>1.2 ΛΑΧΑΝΙΚΑ</u>	10
<u>1.3 ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ</u>	13
<u>1.4 ΑΜΜΩΝΙΑΚΗ ΔΙΠΛΗΣΗ</u>	27
<u>1.5 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</u>	29
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	31
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	31
<u>2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ</u>	31
<u>2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ</u>	36
<u>2.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</u>	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	39
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	39
<u>3.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΦΥΛΛΟΥ (ΔΕΙΚΤΗΣ SPAD)</u>	39
<u>ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ</u>	42
<u>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΟΖΕΤΑΣ(ΕΚ.)</u>	44
<u>ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ (ΓΡ.)</u>	45
<u>ΕΠΙ ΤΟΙΣ ΕΚΑΤΟ (%) ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ</u>	47
<u>3.2.2 ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ, ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΟΖΕΤΑΣ, ΝΩΠΟ ΚΑΙ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΠΟΧΗ</u>	49
<u>3.3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ</u>	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	56
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	63
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	66
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	66
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι διατροφικές συνήθειες τα τελευταία ακολουθούν το πρότυπο υγιεινής διατροφής της μεσογειακής αλλά και Κρητικής διατροφής. Τα λαχανοκομικά και άγρια χόρτα άρχισαν να αποκτούν μεγάλο ενδιαφέρον και να προσελκύουν ολοένα και περισσότερους καταναλωτές, λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων αλλά του πλήθους βιταμινών και θρεπτικών στοιχείων που διαθέτουν. Η ποσότητα αυτών που μπορεί να μας προσφέρει η φύση είναι μεγάλη αλλά όχι τόσο για να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες όλων αυτών που τα προτιμούν. Ξεκίνησε λοιπόν η αναζήτηση τρόπων καλλιέργειας των αυτοφυών λαχανοκομικών.

Ένα από τα άγρια και αυτοφυή χόρτα είναι το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.) το οποίο κεντρίζει το ενδιαφέρον περισσότερων καταναλωτών όσο το γνωρίζουν καλύτερα. Το αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η επίδραση που έχει το αμμωνιακό άζωτο διαφόρων ποσοστών στο θρεπτικό διάλυμα ποτίσματος των φυτών καθώς και την επίδραση των διαδοχικών συγκομιδών αι της εποχής καλλιέργειας. Χρησιμοποιήθηκαν 5 επεμβάσεις με 14%, 24%, 34%, 44% αι 54% N όπου ποτίζονταν 20 φυτά για κάθε ομάδα. Πραγματοποιήθηκαν 2 κοπές κατά την 1^η εποχή καλλιέργειας και 1 κοπή κατά τη 2^η εποχή. Οι καλλιέργειες έλαβαν χώρα στο καλυμμένο με πλαστικό, μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Γενετικής Βελτίωσης Φυτών του Γ.Π.Θ, κατά το χρονικό διάστημα Δεκέμβριος 2016-Μάιος 2017, χρησιμοποιώντας το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο.

Οι απαιτούμενες μετρήσεις για αυτή τη μελέτη ήταν η συγκέντρωση χλωροφύλλης, το νωπό και ξηρό βάρος, ο αριθμός των φύλλων, η διάμετρος της ροζέτας των φυτών καθώς και η συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα :K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, NO₃ και ολικού N. Κανένα ποσοστό N δεν επηρέασε αρνητικά ή δεν προκάλεσε κάποιο φαινόμενο τοξικότητας στα φυτά.

Τα αποτελέσματα της μελέτης ήταν διαφορετικά όσον αφορά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των φυτών και όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά που είναι ο αριθμός των φύλλων και το νωπό βάρος ευνοούνται από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια (1^η εποχή) με διαδοχικές συγκομιδές και πότισμα με διαλύματα με υψηλό ποσοστό αμμωνιακού αζώτου. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως η συγκέντρωση χλωροφύλλης και τα θρεπτικά συστατικά στα φύλλα τότε ευνοεί η ανοιξιάτικη καλλιέργεια με ένα μέσο ποσοστό N στο 24% - 34%.

ABSTRACT

The eating habits of the latter follow the healthy eating habits of the Mediterranean as well as the Cretan diet. Lawn and wild grass have begun to attract a great deal of Anesti and attract Mn and Mn consumers because of their beneficial properties but also the multitude of vitamins and nutrients they have. The amount that nature can offer us is great but not so much to meet the needs of those who prefer it. So the search for ways of cultivation of native beekeepers began. One of the wild and native grasses is *Cichorium spinosum* L., which stimulates the Anesti of Mn consumers as they know best. The object of the present study is the effect of ammonia nitrogen of various percentages on the plant nutrient solution and the effect of successive crops in the growing season. 5 interventions were used with 14%, 24%, 34%, 44% and 54% N, where 20 plants were watered for each group. Two cuts were made during the first crop season and 1 cut during the 2nd season. Cultures took place in the plastic-covered, non-heated greenhouse of the plant genetic improvement workshop of the GHP during the period December 2016-May 2017 using the Completely Randomized Plan. The required measurements for this study were the chlorophyll concentration, the dry and dry weight, the number of leaves, the rosette diameter of the plants as well as the nutrient concentration in the leaves: K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, NO₃ and total N. None of N has adversely affected or caused any toxicity effect on plants. The results of the study were different in terms of the quantitative characteristics of the plants and the quality characteristics. Quantitative characteristics such as number of leaves and fresh weight are favored by autumn crops (1st season) with successive crops and irrigation with solutions with high ammoniacal nitrogen. Qualitative features such as chlorophyll concentration and leaf nutrients then favor spring culture with an average N ratio of 24% to 34%.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Οι διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων ήταν διαφορετικές ανάλογα με τον τόπο από τον οποίο κατάγονταν αλλά και βρίσκονταν και επηρεάζονταν από το κλίμα, την αυτοφυή χλωρίδα καθώς και την πανίδα του τόπου αυτού. Κάθε λαός προσαρμόσε τη διατροφή του με βάση τα προϊόντα που παρήγαγε ο τόπος του. Με το πέρασμα των χρόνων άρχισε η αναζήτηση της ποιότητας της τροφής και όχι απλά η εύρεση της για την κάλυψη των αναγκών της. Η ανάπτυξη και η εξέλιξη του εμπορίου διευρύναν την κατανάλωση τροφών. Έτσι, προϊόντα με υψηλή κατανάλωση εξάχθηκαν και σε μέρη που ήταν δύσκολη η παραγωγή τους.

1.1 Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

1.1.1 Ιστορική αναδρομή στη διατροφή του ανθρώπου

Ο άνθρωπος από την αρχή της δημιουργίας του, για να επιβιώσει τρέφονταν κατά το πλείστον με άγρια ζώα και φυτά. Οι πρώτες αναφορές για καλλιέργεια φυτικών ειδών σημειώνονται στο 10.000-13.000 π.Χ. όπου πρωταρχικό ρόλο στη διατροφή του ανθρώπου κατείχαν τα σιτηρά, το ρύζι και κάποια όσπρια (Πέκας, 2014).

Η διατροφή των λαϊκών κοινωνικών στρωμάτων στην Ελλάδα από τα μεσαιωνικά χρόνια του 7^{ου} έως 15^{ου} αιώνα, στηρίζονταν κατά κύριο λόγο στα λαχανοκομικά είδη, τόσο στα καλλιεργήσιμα όσο και στους βλαστούς, φύλλα, ρίζες και άλλα φυτικά μέρη των αυτοφυών φυτών εκείνης της εποχής. Με την πάροδο των χρόνων όμως τα λαχανοκομικά είδη εισήλθαν και στην καθημερινότητα των ανωτέρων τάξεων, τα οποία αποτελούσαν πλέον σημαντικό μέρος της διατροφής των ανθρώπων. Τα επόμενα χρόνια και, κατά τη διάρκεια της Τουρκοκρατίας, προσδίδεται αγροτικός χαρακτήρας στη διατροφή των Ελλήνων με κύρια συστατικά τα λαχανικά, τα χόρτα και τα όσπρια με πρωταγωνιστικό ρόλο να έχει το ελαιόλαδο. Εν συνεχεία τα λαχανικά αποτελούν επίσης σημαντικό μέρος της διατροφής των Ελλήνων κατά τη διάρκεια του 19^{ου} με 20^{ου} αιώνα και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της Κατοχής όπου ήταν η μόνη τροφή τους μαζί με τα όσπρια και άλλα φυτικά είδη. Μετά την Κατοχή, στα τέλη του 20^{ου} αιώνα παρατηρείται έξαρση στην υπερκατανάλωση τροφής ως κατάλοιπο της λιτότητας και της πείνας, με τους Έλληνες να ενδίδουν στα διατροφικά δυτικά πρότυπα (Ματάλα, 2015). Ο σύγχρονος τρόπος ζωής των ανθρώπων επηρέασε

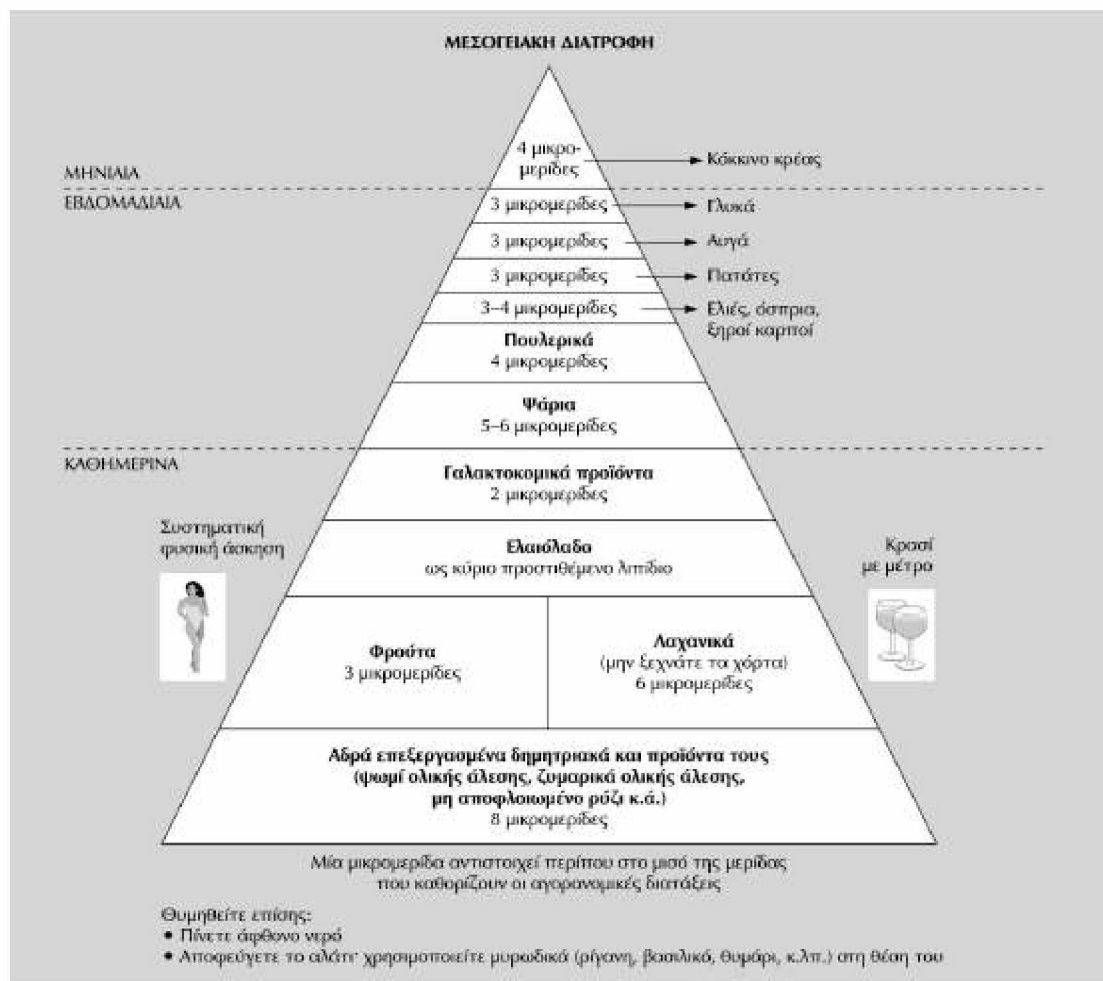
αρκετά και τις διατροφικές τους προτιμήσεις, λόγω του περιορισμένου ελεύθερου χρόνου, με αποτέλεσμα να προτιμούν το γρήγορο και έτοιμο φαγητό για αρκετές δεκαετίες. Τα τελευταία χρόνια όμως, η ‘μόδα’ της υγιεινής διατροφής και των superfoods, που με την κατανάλωσή τους εμπλουτίζουν τον οργανισμό με θρεπτικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία καθώς επίσης τον ‘θωρακίζουν’ και τον προστατεύουν από διάφορες σοβαρές ασθένειες, έχουν κάνει τους καταναλωτές να στραφούν προς τα λαχανοκομικά είδη (Petrooulos et al.,2016).

Οι διάφορες μορφές καρκίνου, που προσβάλλουν ολοένα και περισσότερο το σύγχρονο κόσμο, είναι τις περισσότερες φορές μη αντιμετωπίσιμες. Έχει αποδειχτεί λοιπόν ότι η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών μειώνει σημαντικά την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου λόγω των θρεπτικών στοιχείων από τα οποία αποτελούνται (Σπυριδόπουλος κ.ά., 2008).

1.1.2 Μεσογειακή διατροφή

Η Μεσογειακή διατροφή είναι όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις διατροφικές συνήθειες των λαών της Μεσογείου σύμφωνα με τον Ancel Keys το 1945 δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη διατροφή των Ελλήνων και των Ιταλών και συγκεκριμένα της Κρήτης και της νότιας Ιταλίας οι οποίοι αντικαθιστούν μεγάλο ποσοστό του λίπους που χρειάζονται ημερησίως με το ελαιόλαδο (Nestle, 1995).

Η Μεσογειακή διατροφή, όπως φαίνεται και από την διατροφική πυραμίδα, έχει υψηλές απαιτήσεις σε φρούτα, λαχανικά, δημητριακά και όσπρια. Τα ψάρια, τα πουλερικά και τα προϊόντα γάλακτος αποτελούν σημαντικό μέρος ενώ το κόκκινο κρέας πρέπει να αποφεύγεται και να προτιμάται 1 με 2 φορές την εβδομάδα το πολύ.



Σχήμα 1 Πυραμίδα μεσογειακής διατροφής (πηγή: Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, 2014)

Η Κρήτη και ο λαός της αποτελούν κύριους εκπροσώπους της Μεσογειακής διατροφής αφού ακολουθούν πιστά ακόμα και σήμερα αυτό το πρότυπο διατροφής λόγω της αυξημένης παραγωγής λαχανοκομικών ειδών και άγριων χόρτων που υπάρχει στο νησί (Georgakopoulos et al., 2010).

1.2 ΛΑΧΑΝΙΚΑ

Τα τρόφιμα περιέχουν θρεπτικά στοιχεία που χωρίζονται σε μακροδιατροφικά στοιχεία και μικροδιατροφικά στοιχεία ανάλογα με την ενεργειακή τους συμβολή. Τα μακροδιατροφικά στοιχεία είναι οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα λίπη και τα μικροδιατροφικά στοιχεία είναι οι βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία (Σπυριδόπουλος κ.ά, 2008). Τα λαχανικά αποτελούνται κυρίως από μικροδιατροφικά στοιχεία και σε μικρό ποσοστό από μακροδιατροφικά. Αυτό τα κάνει περισσότερο χρήσιμα και ‘αθώα’ σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη τροφών.

Τα λαχανικά , σύμφωνα με την πυραμίδα της Μεσογειακής διατροφής, πρέπει να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας. Συγκεκριμένα η ημερήσια λήψη λαχανικών και άγριων χόρτων θα πρέπει να ανέρχεται στις έξι(6) μικρομερίδες.

1.2.1 Διαιτητική σημασία λαχανικών

Τα λαχανικά είναι πλούσια πηγή διαιτητικών ινών που συμμετέχουν στη σωστή λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος. Αποτελούνται σε μεγάλο ποσοστό από νερό, στις περισσότερες περιπτώσεις πάνω από 70%. Έχουν χαμηλό θερμιδικό δείκτη και αποτελούν μεγάλο μέρος της διατροφής των ανθρώπων που θέλουν να χάσουν βάρος.

Η περιεκτικότητά τους σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη (μακροδιατροφικά στοιχεία) είναι εξαιρετικά χαμηλή με το ποσοστό των τελευταίων να φτάνει έως 0,6%. Το ποσοστό των πρωτεϊνών φτάνει έως το 6,3% και των υδατανθράκων έως το 22,1% του νωπού τους βάρους.

Τα λαχανικά περιέχουν επίσης ανόργανα στοιχεία τα οποία βοηθούν στη ρύθμιση των ηλεκτρολυτών του αίματος, στην ενεργοποίηση των ενζύμων καθώς και στο σχηματισμό σύνθετων οργανικών ενώσεων. Τα στοιχεία αυτά είναι ο σίδηρος (Fe), το ασβέστιο (Ca), το κάλιο (K) καθώς και άλλα όπως: νάτριο(Na), φώσφορος(P), μαγνήσιο(Mg), άζωτο(N), θείο(S) και άλλα (Χα, 2010).

Στα μικροδιατροφικά στοιχεία των τροφών εκτός από τα ανόργανα στοιχεία περιέχονται και οι βιταμίνες. Οι βιταμίνες είναι βασικές οργανικές ενώσεις που είναι απαραίτητες για τον οργανισμό και διευκολύνουν τις μεταβολικές λειτουργίες. Κάποιες βιταμίνες λειτουργούν και ως συνένζυμα και έχουν αντιοξειδωτική δράση προστατεύοντας τα ανθρώπινα κύτταρα από την οξειδωτική ζημία (Καραμαλάκη, 2015). Αυτές φτάνουν στα διάφορα κύτταρα του οργανισμού μέσω του αίματος. Υπάρχουν 13 βασικές βιταμίνες: Α, Ε, D, Κ, και C καθώς και οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β οι οποίες είναι πάνω από 12.(Τσουκαλά, 2018) Τα λαχανικά εκτός από όλα τα παραπάνω στοιχεία περιέχουν και καροτενοειδή, φλαβονοειδή, πολυφαινόλες, ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα, α-λινολενικό οξύ καθώς και σесκιτερπενικές λακτόνες, γερμακρολίδια, ταννίνες, κουρίνες, στερόλες, τριτερπένια, αλκαλοειδή και σαπωνίνες που είναι στοιχεία σημαντικά για τον οργανισμό (Σαλονικιώτη, 2015).

1.2.2 Ο όρος «λαχανευόμενα»

«Λαχανευόμενα» είναι όλα τα φυτικά είδη που αυτοφύονται σε όλη την Ελληνική επικράτεια και γίνονται αντικείμενο συλλογής και εκμετάλλευσης για τις ανάγκες της ανθρώπινης διατροφής (Ακουμιανάκης, 2007). Ένα μικρό μέρος αυτών των φυτών χρησιμοποιείται από τους παραγωγούς για συστηματική καλλιέργεια, επομένως θα ήταν χρήσιμο να γίνει μία διάκριση ανάμεσα στα καλλιεργήσιμα είδη των λαχανευόμενων και σε αυτά που ακολουθούν ακόμα την αυθεντικότητα του όρου ‘αυτοφύες’ καθώς δεν καλλιεργούνται ακόμα. Το ενδιαφέρον για την καλλιέργεια λαχανευόμενων φυτών υπάρχει λόγω της υψηλής διατροφικής τους αξίας και της εύκολης προσαρμογής τους σε αντίξοες συνθήκες, καθώς και λόγω των φαρμακευτικών ιδιοτήτων (Καραμαλάκη, 2015). Επίσης το γεγονός ότι οι άνθρωποι στις πόλεις δεν έχουν τη δυνατότητα να συλλέξουν τα αυτοφυή είδη είναι ένας ακόμα λόγος που έχει αυξηθεί η καλλιέργεια αυτών των ειδών (Σαλονικιώτη, 2015).

Την τελευταία δεκαετία λόγω της έξαρσης πολλών σοβαρών ασθενειών οι καταναλωτές έχουν αφήσει την κατανάλωση των έτοιμων φαγητών και έχουν υιοθετήσει έναν υγιεινό τρόπο ζωής με τα λαχανικά και τα άγρια χόρτα να έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο αφού μετά από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι οι Μεσογειακοί λαοί και ιδιαίτερα οι Κρητικοί έχουν μακροζωία και καλή υγεία λόγω της υγιεινής διατροφής και της κατανάλωσης λαχανικών (Φραγκούλη, 2010).

1.2.3 Οι φαρμακευτικές ιδιότητες των λαχανευόμενων

Τα λαχανευόμενα εκτός από την υψηλή διατροφική τους αξία είναι πολύ σημαντικά και για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες. Η ιατρική παλιότερα δεν ήταν τόσο εξελιγμένη όσο τα τελευταία χρόνια με αποτέλεσμα οι άνθρωποι να χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο τα παραδοσιακά ‘γιατροσόφια’ που αποτελούνται από διάφορα αυτοφυή φυτά. Ακόμα όμως και τώρα οι άνθρωποι στα χωριά αλλά και στις πόλεις συνεχίζουν και υιοθετούν αυτούς τους τρόπους αντιμετώπισης των ασθενειών καθώς πλέον για την αντιμετώπιση τους υπάρχουν διάφορα βιολογικά σκευάσματα και φάρμακα με βασικό συστατικό τους φυτικά μέρη αυτοφύων.

Οι φαρμακευτικές ιδιότητες των λαχανευόμενων στοχεύουν κυρίως σε δερματοπάθειες, γαστρεντερικά και ηπατικά προβλήματα, για την πρόληψη κατά του καρκίνου, των καρδιαγγειακών παθήσεων καθώς και πολλών άλλων ασθενειών. Έχουν επίσης αντιμικροβιακές, διουρητικές, αντιπυρετικές, αντισπασμωδικές, αντιβηχικές και άλλες ιδιότητες. Επίσης έχουν αντιοξειδωτική ανοσοδιεγερτική-

αντική, αντιαλλεργική και αντι-υπεργλυκαιμική δράση και τέλος μειώνουν τη χοληστερίνη, τα τριγλυκερίδια και το ουρικό οξύ, καταπολεμούν την κατακράτηση υγρών στο προεμμηνορροϊκό σύνδρομο, την υπέρταση και το σκορβούτο (Σαλονικιώτη, 2015).

1.2.4 Τα λαχανευόμενα στην Ελλάδα

Στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας υπάρχουν πολλά αυτοφυή φυτά, από τα οποία κάποια είναι ενδημικά. Ενδημικά είναι τα φυτά τα οποία είναι αυτοφυή σε συγκεκριμένες περιοχές ή οικοσυστήματα και δε φυτρώνουν πουθενά αλλού. Στην Ελλάδα απαντώνται σε μεγάλους πληθυσμούς κυρίως στις απομακρυσμένες περιοχές και νησιά. Συγκεκριμένα στον Ελλαδικό χώρο υπάρχουν 5700 φυτικά είδη από τα οποία το 13% είναι ενδημικά. Τα 1700 αυτοφυή φυτά βρίσκονται στην Κρήτη όπου τα 167 είναι ενδημικά (Γιαννούλης, 2008). Η Κρήτη έχει πλούσια χλωρίδα την οποία χρησιμοποιούν στη διατροφή τους οι κάτοικοί της όπως έχει προαναφερθεί και σε αυτό οφείλεται η καλή υγεία που διαθέτουν. Αυτό παρακινεί ολοένα και περισσότερους να καλλιεργούν τα αυτοφυή και ιδιαίτερα ευεργετικά φυτά της.

Το τελευταίο διάστημα ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει προκαλέσει η κατανάλωση του φυτού 'σταμναγκάθι' (*Cichorium spinosum* L.) το οποίο καλλιεργείται και διατίθεται ευρέως κυρίως στις τοπικές αγορές. Θα αναλυθεί εκτενώς το συγκεκριμένο φυτό παρακάτω αφού αποτελεί το φυτό μελέτης της συγκεκριμένης πτυχιακής.

1.3 ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ

1.3.1 Βοτανική ταξινόμηση

Η ταξινόμηση του σταμναγκαθιού γίνεται ως εξής:

Kingdom : Plantae

Division : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Order : Asterales

Family : Compositae-Asteraceae

Genus : *Cichorium*

Species : *spinosum*

1.3.2 Ονομασία

Ετυμολογικά η λέξη σταμναγκάθι (κιχώριον το ακανθώδες) προέρχεται από τις λέξεις ‘στάμνα’ και ‘αγκάθι’ καθώς οι κρητικοί το χρησιμοποιούσαν τοποθετώντας το στις στάμνες για να μην εισέρχεται στο εσωτερικό της σκόνη και έντομα προστατεύοντας το νερό ή ότι άλλο περιείχε (Σαλονικιώτη, 2015).

Άλλες ονομασίες για το σταμναγκάθι είναι ραδικοστοιβιά ή ριδικοστοιβιά, αλιφός, αλιφόνι (Καββαδάς, 1956) καθώς και μαύρες λόγω του χρώματος τους, τζιμπερορρόδικο (Μενδώνη, 2015), σέρις και αγριοράδικο (Σαλονικιώτη, 2015), ονομασίες που προέρχονται από τα αρχαία χρόνια στην Κρήτη. Στην Κάσο το ονομάζουν μπρούκο και συνήθως αναφέρεται και σαν ραδίκι της θάλασσας (Ψαρουδάκη, 2015).

Μια ακόμη ονομασία σύμφωνα με τον Καββαδά είναι το γιαλοράδικο το οποίο ετυμολογικά βγαίνει από τις λέξεις γιαλός και ραδίκι και πήρε αυτή την ονομασία λόγω της ευκολίας που έχει να φυτρώνει στα παράλια. Λόγω του αλατιού, τα σταμναγκάθια που φυτρώνουν στις παραθαλάσσιες περιοχές είναι πιο νόστιμα από αυτά των ορεινών περιοχών (Οικονομάκης, 2014).

1.3.3 Ιστορικό-καταγωγή-εξάπλωση

Οι αρχαίες αναφορές στο σταμναγκάθι δείχνουν την αναγνωρισιμότητά και τη σπουδαιότητά του. Ο Λιναίος το 1753 το περιέγραψε για πρώτη φορά (Σαλονικιώτη, 2015). Εν συνεχεία αποκτά αναφορές και στη λογοτεχνία «...και ξεπατώνοντας το σταμναγκάθι ρίχνει» (Οδύσσεια Καζαντζάκη Α 722). Ο Διοσκουρίδης επίσης αναφέρει: «σέρις δισσήων η μεν αγρία πικρίς η και κιχώριον καλουμένη. Η δε ήμερος εστί πλατυφυλλοτέρα και ευστομωτέρα. Πάσαι δε και κοιλιανεφθαί μετ’ όξους λαμβανόμεναι και μάλιστα αι άγριαι ευστομαχώτεραι. Βρωθείσθαι γάρ, ατονούν τα στόμαχον παρηγορούσι και καυσούμενον» (Κατσαποξάκη, 2018), τονίζοντας τα οφέλη της ένταξής του στη διατροφή του ανθρώπου. Το ενδιαφέρον για το σταμναγκάθι και η προσπάθεια καλλιέργειάς του ξεκίνησε μάλλον το 1920 (Κλάδος, 2009) αλλά φαίνεται ότι ήταν γνωστό στους αρχαίους Αιγύπτιους από το 4000 π.Χ. (Σαλονικιώτη, 2015).

Η εξάπλωση του σταμναγκαθιού, ως φυτό των Μεσογειακών χωρών, εκτείνεται στις Μεσογειακές παραθαλάσσιες περιοχές γενικά, (Petrooulos et al., 2016) σε πολλές εύκρατες χώρες της Ευρώπης, όπως θα σημειωθεί παρακάτω, καθώς και στην Ασία και στη μεσογειακή Αφρική (Παππά, 2016). Ειδικότερα έχει βρεθεί από τα δυτικά στην Ισπανία έως και ανατολικά στην Κύπρο και στην Ελλάδα. Επίσης η Σικελία της

Ιταλίας και η Μάλτα φιλοξενούν αυτό το είδος. Μεγάλη εξάπλωση παρατηρείται στην Ελλάδα καθώς υπάρχει κατά κύριο λόγο στην Κρήτη σε όλους τους νομούς, στις Κυκλάδες, τα Δωδεκάνησα, τη Δυτική Στερεά και την Πελοπόννησο (Σαλονικιώτη, 2015 ; Καββάδας, 1956).

1.3.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το σταμναγκάθι ή είναι ένα άγριο αυτοφυές χόρτο το οποίο εξελίχθηκε σε λαχανευόμενο (Ακουμιανάκης, 2010). Στο σημείο που χωρίζεται το υπόγειο με το υπέργειο τμήμα του φυτού αναπτύσσονται οφθαλμοί οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να δώσουν καινούργια ροζέτα και για αυτό το φυτό χαρακτηρίζεται πολυετές. Είναι μία αγκαθωτή πόα, λόγω των ακάνθων που φέρουν οι διακλαδώσεις της τα οποία ανήκουν στη μορφολογία του φυτού και βοηθούν στην επιβίωσή του. Το ύψος του σε γενικές γραμμές φτάνει τα 40 cm ξεκινώντας από τα 15-20 cm (Σαλονικιώτη, 2015 ; Πουρνάρας, 2011 ; Παππά, 2016).

Ρίζα. Η ρίζα του φυτού μοιάζει πολύ με αυτή του καρότου, είναι πασσαλώδης και φτάνει σε μεγάλο βάθος, έως 30cm. Εσωτερικά έχει γαλακτώδη, πικρό χυμό και ευνοεί την ανάπτυξη μυκορριζών γεγονός που δικαιολογεί την ανάπτυξη του σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα όπως θα σημειωθεί και παρακάτω (Κλάδος, 2009; Παππά, 2016; Σαλονικιώτη, 2015).

Βλαστός. Ο βλαστός του φυτού είναι λείος, με επιμήκεις αυλακώσεις, κοντός από 4 έως 18 cm που διακλαδίζεται από τη βάση και αναπτυσσόμενος προς πάνω γίνεται αγκάθι όπως και οι ακραίοι μίσχοι. Μετατρέπεται σε ένα μικροσκοπικό θάμνο και ανάμεσα στα αγκάθια εμφανίζονται κάθε χρόνο τα νέα φύλλα. Ο ανθοφόρος βλαστός είναι εκείνος πάνω στον οποίο δημιουργείται το άνθος και φτάνει σε μήκος τα 9 cm.

Φύλλα. Τα φύλλα του φυτού εκπτύσσονται παράρριζα. Είναι δερματώδη, σαρκώδη, παχιά, εναλλασσόμενα και έχουν σκούρο πράσινο χρώμα. Το σχήμα τους είναι λοβωτό, οδοντωτό, πτεροσχιδές. Τα κατώτερα είναι λυροειδή, πτεροειδή ή κολπωτά με έναν αμβλύ επιμήκη δελτοειδή τελικό λοβό. Οι πλευρικοί λοβοί είναι οδοντωτοί και ακέραιοι. Τα φύλλα του βλαστού είναι στενά, γραμμοειδή και εκπτύσσονται πριν την άνθιση. Το μήκος τους φτάνει τα 15 εκατοστά. Η βάση των φύλλων είναι λεία με ένα πολύ μικρό μίσχο ο οποίος είναι καλυμμένος. Τα φύλλα περιέχουν μία πικρή

ουσία, στην οποία οφείλεται και η γεύση τους και ονομάζεται κιχωρίνη, μία ζαχαρώδη ύλη, λευκώματα καθώς και πολλά άλατα όπως νιτρικό αλάτι, θείο, φώσφορο και μαγνήσιο. Τον πρώτο χρόνο το φυτό σχηματίζει μία ροζέτα με τα φύλλα του μέσα από την οποία αναπτύσσεται ο ανθοφόρος βλαστός την άνοιξη.

Άνθος. Το άνθος του φυτού έχει χρώμα γαλάζιο έως μπλε ή μοβ και ανοίγει το πρωί. Η άνθιση γίνεται Ιούνιο με Αύγουστο. Ο κάλυκας είναι πράσινος και αποτελείται από 5 συμφυή σέπαλα και η στεφάνη από 5 συμφυή πέταλα. Οι ανθήρες των 5 στημόνων σχηματίζουν σωλήνα γύρω από το στύλο. Τα κεφάλια είναι σε ομάδες των 2 με 4, εμφανίζονται μονήρη και συνήθως χωρίς ποδίσκο. Οι ταξιανθίες των ανθέων έχουν μήκος 2 cm και είναι είτε μασχαλιαίες είτε επιφυείς ή επάκριες. Έχουν στενό περίβλημα κυλινδρικό με 5 ανθίδια τα οποία φτάνουν σε μήκος έως τα 15 cm. Είναι γλωσσοειδή, αρρενοθήλεα, χρώματος μπλε και είναι πλήρη δηλαδή ερμαφρόδιτα.

Καρπός. Ο καρπός του φυτού έχει χρώμα ωχρό-καφέ. Είναι αχαινίο, το μήκος του φτάνει έως τα 2,5 mm, είναι επιμήκης, κογχοειδής και η κορυφή του είναι αποκομμένη σε σχήμα σταυρού. Κατά μήκος είναι πτυχωτός-ραβδωτός. Ο πάππος του αχαινίου αποτελείται από βραχείς, λεπτοειδείς τρίχες. Φτάνει τα 0,3 mm, έχει λέπια και είναι ανομοιογενώς οδοντωτός (Κλάδος, 2009; Μενδώνη, 2015; Παππά, 2016; Σαλονικιώτη, 2015).

1.3.5 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

1.3.5.1 Γενικά

Κατά την έναρξη των υψηλών θερμοκρασιών, αφού έχουν γονιμοποιηθεί τα άνθη και έχει ξεκινήσει η καρπόδεση ξεκινάει και η ξυλοποίηση του ανθοφόρου βλαστού. Αφού πέσουν και ξηραθούν τα φύλλα, ξυλοποιείται το υδαρές αγκάθι και τέλος μετατρέπεται σε κανονικό αγκάθι. Μετά από τις παραπάνω διαδικασίες το φυτό μετατρέπεται σε ένα ξηρό θάμνο με αγκάθια.

Γενικότερα, τα στάδια του βιολογικού κύκλου του φυτού είναι τα εξής :

Αρχικά, βλαστάνει ο σπόρος και εμφανίζονται 2 κοτυληδόνες.

Ακολουθεί η ανάπτυξη κανονικών φύλλων σε μορφή ροζέτας.

Στο κέντρο της νέας ροζέτας, αναπτύσσεται πράσινο αγκάθι το οποίο γίνεται σταδιακά καφέ-μπεζ και τελικά καλύπτει όλο το φύλλωμα.

Ταυτόχρονα με τη δημιουργία της ροζέτας, το φυτό ανθίζει και δημιουργούνται στο αγκάθι κεφαλές ή καρπίδια που περιέχουν από 5 σπόρους το καθένα.

Τέλος, αφού παραχθεί ο σπόρος ολοκληρώνεται και ο βιολογικός κύκλος του φυτού (Μενδώνη, 2015; Σαλονικιώτη, 2015).

Το φυτό εμφανίζεται Οκτώβριο, αφού έχουν ξεκινήσει οι πρώτες βροχές του Φθινοπώρου και αναπτύσσεται μέχρι τον Ιούνιο που τελικά μαραίνεται. Η άνθιση πραγματοποιείται το διάστημα Μαΐου-Ιουνίου. Ειδικότερα:

Όπως έχει τονιστεί το σταμναγκάθι είναι κυρίως πολυετές φυτό. Τον πρώτο χρόνο γίνεται η ανάπτυξη των φύλλων που σχηματίζουν ρόδακα.

Εν συνεχεία αναπτύσσεται ο βλαστός προς τα πάνω ο οποίος μετατρέπεται σιγά σιγά σε αγκάθι.

Τέλος, μετά την ανάπτυξη του αγκαθιού ξεκινά η δημιουργία νέων φύλλων ανάμεσα στα αγκάθια (Κλάδος, 2009).

1.3.5.2 Καλλιεργούμενα φυτά

Το σταμναγκάθι, όπως έχει προαναφερθεί, είναι κυρίως πολυετές φυτό αλλά μπορεί να καλλιεργηθεί και σαν ετήσιο. Σε αυτήν την περίπτωση αποφεύγεται η εαρινή καλλιέργεια του. Στις περισσότερες περιπτώσεις που καλλιεργείται σαν πολυετές, ακολουθείται ο βιολογικός κύκλος που έχει ήδη περιγραφεί, και αναβλαστάνει μετά το πέρας του καλοκαιριού, αρχές φθινοπώρου. Από τη σπορά έως και τη συγκομιδή του μεσολαβούν 3 με 4 μήνες. Η συγκομιδή του πραγματοποιείται όταν το μέγεθος της ροζέτας φτάσει σε ικανοποιητικό επίπεδο και πριν την έκπτυξη του αγκαθιού. Συγκομίζονται και οι τρυφεροί βλαστοί εγκαίρως πριν ξυλοποιηθούν (Κλάδος, 2009). Στο τέλος του καλοκαιριού γίνεται η συγκομιδή του σπόρου και αρχές φθινοπώρου, (στην Ελλάδα Σεπτέμβριο με Δεκέμβριο, αλλά κυρίως το μήνα Οκτώβριο διότι υπάρχει η επιθυμητή υγρασία στο χωράφι) γίνεται η σπορά του, μετά τις πρώτες βροχές και αφού έχει πραγματοποιηθεί η προετοιμασία του εδάφους (Σαλονικιώτη, 2015; Τόσκας, 2010).

1.3.6 Εδαφολογικές απαιτήσεις

Οι εδαφολογικές προτιμήσεις του φυτού ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή. Φυτρώνει σε κανονικά εδάφη και σε εδάφη με χαμηλή γονιμότητα αλλά και σε εδάφη με ιδιαιτερότητες, δηλαδή σε αυτά που έχουν ακατάλληλο pH για τα υπόλοιπα φυτά καθώς και σε αμμώδη, αλατούχα ή βραχώδη εδάφη, με αυξημένη αλατότητα ή

χαμηλή υγρασία. Το σταμναγκάθι έχει τη δυνατότητα να φυτρώσει σε πεδιάδες, σε βουνά και υψίπεδα με υψόμετρο έως τα 1700 m. , κοντά στη θάλασσα, ακόμα και στις ακρογιαλιές. Γενικότερα έχει ένα ευρύ φάσμα προτίμησης όσον αφορά το έδαφος. Αυτοφύεται σε δάση, θαμνώδεις ή πετρώδεις περιοχές, εκτάσεις δύσκολες και απαγορευτικές για την ανάπτυξη συμβατικών φυτών (Κατσαποξάκη, 2018; Κλάδος, 2009; Μενδώνη, 2015; Σαλονικιώτη, 2015; Antoniadis et al., 2016; Petropoulos et al., 2016).

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι το σταμναγκάθι είναι ένα φυτό το οποίο αυτοφύεται και αναπτύσσεται σε οποιοδήποτε έδαφος και ειδικότερα στα άγονα, αλατούχα και βραχώδη εδάφη στα οποία δύσκολα ευδοκίμει κάποιο άλλο φυτό. Αυτή η δυνατότητα του φυτού οφείλεται στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων και της ρίζας. Συγκεκριμένα, τα φύλλα του σταμναγκαθίου είναι μικρά και έχουν κηρώδη επιφάνεια, επίσης όλο το φυτό μετά την ανάπτυξή του αποκτά ακανθώδη μορφολογία. Το ριζικό σύστημα είναι πλούσιο και φτάνει σε μεγάλο βάθος. Όλα αυτά συντελούν στο να έχει το φυτό μικρό συντελεστή διαπνοής, δηλαδή είναι μικρός ο ρυθμός με τον οποίο χάνουν υγρασία από τα φύλλα οπότε υπάρχει δυνατότητα ανάπτυξης σε άγονα εδάφη με λιγοστή υγρασία (Σαλονικιώτη, 2015).

Το σταμναγκάθι λόγω των πολλών ευεργετικών του ιδιοτήτων έχει ξεκινήσει να καλλιεργείται συστηματικά. Τα εδάφη που προτιμά το καλλιεργούμενο σταμναγκάθι σε σχέση με το αυτοφυές είναι περιορισμένα. Γενικότερα θέλει εδάφη μέσης σύστασης και μέσης γονιμότητας τα οποία πρέπει είναι πλούσια σε οργανική ουσία. Η υγρασία του εδάφους θα πρέπει να είναι περιορισμένη και να έχουν περιορισμένη στράγγιση. Το pH θα πρέπει να κυμαίνεται από 6,6 έως και 7,5. Τέλος, λόγω του ριζικού συστήματος, το έδαφος θα πρέπει να έχει αρκετό βάθος για την ομαλή και σωστή ανάπτυξή του (Σαλονικιώτη, 2015; Τόσκας, 2010).

1.3.7 Κλιματολογικές απαιτήσεις

Όπως και στο έδαφος, το σταμναγκάθι δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις όσον αφορά το κλίμα, δηλαδή τη θερμοκρασία, την ένταση του φωτός, την ατμοσφαιρική υγρασία, τον άνεμο, τη βροχόπτωση και το χαλάζι. Το σταμναγκάθι είναι φυτό ψυχρής εποχής, αντέχει στο ψύχος, στις χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες καθώς και στην υγρασία και ξηρασία αλλά γενικά προτιμά ήπιο κλίμα με ήπιες θερμοκρασίες. Αντέχουν μέχρι και σε ημισκιαζόμενες περιοχές αλλά δεν τις προτιμούν. Όσον αφορά τις απαιτήσεις του σε νερό αυτές είναι μειωμένες και το φυτό μπορεί να αναπτυχθεί και σε περιοχές

στις οποίες η βροχή δεν ξεπερνά τα 450 με 500 mm. Η ανάπτυξη του φυτού όταν επικρατούν ήπιες θερμοκρασίες, ολοκληρώνεται στις 100 με 130 μέρες που είναι η φυσιολογική, σε περίπτωση υψηλών θερμοκρασιών το διάστημα ανάπτυξης μειώνεται και ξυλοποιείται πολύ γρηγορότερα το φυτό για να μπορέσει να αντεπεξέλθει σε αυτές τις συνθήκες. Το φυτό αντέχει σε θερμοκρασίες έως και -18 °C. Η διάρκεια φωτός και η έντασή του επηρεάζουν τη μορφολογία των φύλλων αλλά όχι την ανάπτυξη σε μεγάλο βαθμό. Αν η ένταση και η διάρκεια φωτός είναι μεγάλη τα φύλλα έχουν μεγάλο μήκος και το χρώμα τους είναι πιο ανοιχτό από το κανονικό. Η μορφολογία και η ανάπτυξη των φύλλων επηρεάζεται επίσης και από την ατμοσφαιρική υγρασία. Αν η ατμοσφαιρική υγρασία είναι υψηλή τότε αναπτύσσονται μεγάλα κύτταρα με συνέπεια να είναι μεγάλα και τα φύλλα και το χρώμα τους να είναι πιο ανοιχτό από το κανονικό. Αν η ατμοσφαιρική υγρασία είναι χαμηλή τα φύλλα είναι χοντρά, το χρώμα τους είναι σκούρο πράσινο και έχουν περισσότερα στοιχεία όπως χλωροφύλλη, φαινόλες και τερπένια. Οι απαγορευτικές κλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη του φυτού είναι ο άνεμος και το χαλάζι. Το χαλάζι αρχικά, καταστρέφει το χρησιμοποιούμενο τμήμα του φυτού που είναι τα φύλλα. Ο άνεμος δεν επηρεάζει ποσοτικά το φυτό αφού η ανάπτυξη του είναι οριζόντια και δύσκολα θα συμβούν μηχανικές ζημιές όπως σπάσιμο φύλλων ή τραυματισμός, αλλά αυξάνει τη διαπνοή και την εξάτμιση υγρασίας από το έδαφος με αποτέλεσμα να μικραίνει ο βιολογικός κύκλος του φυτού και να επέρχεται γρήγορη γήρανση (Θεοχαρόπουλος, 2016; Σαλονικιώτη, 2015; Τόσκας, 2010; Τσαγκλή, 2010).

1.3.8 Καλλιεργητικές εργασίες

Το σταμναγκάθι είναι συγγενικό είδος του ραδικιού, οπότε οι καλλιεργητικές φροντίδες είναι κοινές με τα καλλιεργούμενα είδη του γένους *Cichorium*. Η ποσότητα σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί για την καλλιέργεια σταμναγκαθιού θα πρέπει να είναι περίπου 60-80 gr. Λόγω του μικρού μεγέθους του, ο σπόρος θα πρέπει να αναμειγνύεται με ποταμίσια άμμο για να υπάρχει ομοιόμορφη σπορά. Γενικά, στην καλλιέργεια του σταμναγκαθιού θα πρέπει να ακολουθούνται τεχνικές οι οποίες φροντίζουν για την ορθολογική χρήση των λιπασμάτων και θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση βαρέως τύπου μηχανημάτων τα οποία αυξάνουν το κόστος. Θα πρέπει να υπάρχει ισορροπία στις εισροές και οι καλλιεργητικές φροντίδες να οδηγούν στην αειφορική καλλιέργεια του φυτού με τη μείωση των εισροών. Ακολουθώντας τα παραπάνω, η καλλιέργεια του σταμναγκαθιού εντάσσεται στην ολοκληρωμένη

διαχείριση παραγωγής ή ακόμη και στη βιολογική καλλιέργειά του (Σαλονικιώτη, 2015; Τόσκας, 2010; Τσαγκλή, 2010).

1.3.8.1 Προετοιμασία εδάφους

Η προετοιμασία του εδάφους για την καλλιέργεια του σταμναγκαθιού περιλαμβάνει τις εξής απαραίτητες ενέργειες: διαχείριση φυτικών υπολειμμάτων, κατεργασία εδάφους, όργωμα και προετοιμασία σποροκλινής.

Διαχείριση φυτικών υπολειμμάτων: Στην Ελλάδα, λόγω της επικράτησης ξηροθερμικών συνθηκών, η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας γίνεται με γρήγορο ρυθμό, οπότε η ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας επιφέρει θετικά αποτελέσματα και βοηθάει στη διατήρηση της οργανικής ουσίας. Όσον αφορά την καλλιέργεια σταμναγκαθιού, ειδικά όταν αυτή είναι ετήσια, πραγματοποιείται η ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας στο έδαφος πριν τη σπορά του. Για τη διευκόλυνση της σποράς και περαιτέρω ενεργειών χρησιμοποιείται δισκοσβάρνα ή στελεχοκόπτης για τον τεμαχισμό των φυτικών υπολειμμάτων.

Κατεργασία εδάφους: Πραγματοποιείται υπεδάφοκαλλιέργεια στα μέσης σύστασης εδάφη αλλά κυρίως στα βαριά και συνεκτικά εδάφη κάθε 4-5 χρόνια. Αυτό γίνεται με σκοπό την αποφυγή συγκέντρωσης αλάτων στο έδαφος και τη χαλάρωση του συμπιεσμένου χώματος από τη χρήση βαρέων μηχανημάτων.

Όργωμα: Η κατάλληλη εποχή για τη συγκεκριμένη εργασία είναι το φθινόπωρο λόγω της ευνοϊκής υγρασιακής κατάστασης του εδάφους. Το βάθος του οργώματος θα πρέπει να είναι έως τα 25-30 cm. Είναι η κύρια εργασία για την προετοιμασία του εδάφους καθώς καταστρέφει τα υπόγεια αποθησαυριστικά όργανα των ζιζανίων και βοηθάει στην εξάλειψή τους.

Προετοιμασία σποροκλινής: Η επιτυχία της σποράς του σταμναγκαθιού, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό, από την προετοιμασία του εδάφους που θα δεχτεί το σπόρο. Ο σπόρος του σταμναγκαθιού, όπως έχει προαναφερθεί, έχει πολύ μικρό μέγεθος, άρα για την διευκόλυνση της σποράς θα πρέπει να γίνει ψιλοχωμάτισμα του επιφανειακού εδάφους, και θρυμματισμός των σβόλων που πιθανό υπάρχουν, αυτό επιτυγχάνεται με φρέζα, δισκοσβάρνα ή μηχανήματα τέτοιου είδους. Η κατάλληλη προετοιμασία σποροκλινής θα βοηθήσει και στο φύτευμα του σπόρου (Σαλονικιώτη, 2015; Τόσκας, 2010; Τσαγκλή, 2010).

1.3.8.2 Λίπανση

Αφού γίνει η κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους ακολουθεί η λίπανσή του για την ενίσχυσή του με θρεπτικά και έπειτα η σπορά και η εγκατάσταση της καλλιέργειας. Όσον αφορά το σταμναγκάθι δεν έχουν υπάρξει πληροφορίες για τη λίπανση του εδάφους πριν τη σπορά του και όπως και σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται δεδομένα που αφορούν το συγγενικό είδος του γένους το *Cichorium intybus*, το κοινό ραδίκι.

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τις απαιτήσεις του φυτού, το κλίμα καθώς και τη μορφή και το κόστος των λιπασμάτων υπολογίζεται το κατάλληλο είδος και η ποσότητα λιπάσματος που θα χρησιμοποιηθούν για την ενσωμάτωσή του στο έδαφος. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι το σταμναγκάθι όπως και το ραδίκι δεν έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία άρα θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η βιολογική καλλιέργεια του καθώς αναπτύσσεται και με οργανικό λίπασμα.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η καλλιέργεια ραδικιού αφαιρεί από το έδαφος για την παραγωγή 1.000 kg προϊόντος, 3,5 kg N, 1 kg P₂O₅, 4,5 kg K₂O ανά στρέμμα. Θα πρέπει να εφαρμόζεται επιφανειακή αλλά και βασική λίπανση. Κατά τη βασική λίπανση, προστίθενται στο έδαφος κοπριά, φώσφορος, κάλιο και ένα μέρος του αζώτου (σε αμμωνιακή μορφή), ενώ το υπόλοιπο άζωτο δίδεται αργότερα (νιτρική μορφή), κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών με τη μορφή επιφανειακής λίπανσης. Η βασική λίπανση πραγματοποιείται για όλη την επιφάνεια του εδάφους και γίνεται με το όργωμα.

1.3.8.3 Εγκατάσταση καλλιέργειας

Το επόμενο στάδιο μετά την ενσωμάτωση της λίπανσης, είναι η εγκατάσταση της καλλιέργειας. Ένα σημαντικό πρόβλημα της σποράς του σταμναγκαθιού είναι ότι ο σπόρος είναι ενσωματωμένος με τα καρπίδια. Μία λύση η οποία κοστίζει αρκετά αλλά είναι αποτελεσματική, είναι να γίνεται άλεσμα των καρπιδίων σε σπαστήρα καλαμποκιού και να γίνεται σπορά σπόρων που είναι αναμειγμένη με τα υπολείμματα των καρπιδίων.

Ανάλογα με το αν η καλλιέργεια είναι ετήσια ή πολυετή ακολουθείται διαφορετική τεχνική φύτευσης.

Αν η καλλιέργεια είναι ετήσια, ο σπόρος σπέρνεται πεταχτά με το χέρι με ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε όταν φυτρώσουν να μην υπάρχει μεγάλο κενό ανάμεσά τους ή να μην είναι πολύ κοντά. Αφού σπαρθεί ο σπόρος, γίνεται κάλυψη του με προσοχή έτσι ώστε το βάθος να μην είναι μεγαλύτερο από 1 cm.

Αν η καλλιέργεια είναι πολυετής, σπέρνονται αρχικά 2 σπόροι σε κάθε θέση στο δοχείο σποράς. Όταν τα φυτά αποκτήσουν 9-12 πραγματικά φύλλα τότε μεταφυτεύονται στις τελικές θέσεις στο χωράφι. Οι ροζέτες συγκομίζονται χωρίς το λαιμό και το ριζικό σύστημα. Η διαδικασία ξεκινά με την παραγωγή φυταρίων στα φυτώρια.

Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών πρέπει να είναι γύρω 40-50 cm.

1.3.8.4 Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός του σταμναγκαθιού πραγματοποιείται κυρίως με σπόρο και με ξηρόφυτα. Η πιο κοινή μέθοδος πολλαπλασιασμού του σταμναγκαθιού είναι ο εγγενής πολλαπλασιασμός με σπόρο. Είναι η πιο αποτελεσματική και εύκολη μέθοδος για την παραγωγή μεγάλου αριθμού φυταρίων. Μία άλλη μέθοδος πολλαπλασιασμού είναι ο αγενής πολλαπλασιασμός με ξηρόφυτα. Αυτή η μέθοδος στηρίζεται στην ικανότητα του φυτού να αναβλαστάνει από τους οφθαλμούς που βρίσκονται στο λαιμό του μετά από βροχή ή πότισμα. Το καλοκαίρι το υπέργειο μέρος είναι ξηρό, το υπόγειο είναι ζωντανό και οι οφθαλμοί βρίσκονται σε λήθαργο. Έως τις αρχές φθινοπώρου, το φυτό ξεριζώνεται και αφού τεμαχιστεί ο λαιμός και κάποιο μέρος του ριζικού συστήματος λαμβάνονται 2-3 οφθαλμοί. Αυτά τα τεμάχια φυτεύονται και ακολουθεί πότισμα. Υπάρχει η δυνατότητα απολύμανσης για την απομάκρυνση των παθογόνων που μπορεί να υπάρχουν. Για την αφύπνιση των ξηροφύτων μπορούν αυτά να παραμείνουν για μερικές ημέρες σε μίγμα άμμου-τύρφης. Με αυτό τον τρόπο πολλαπλασιασμού εγκαταλείπεται η παλιά φυτεία και δημιουργείται νέα (Σαλονικιώτη, 2015).

1.3.8.5 Καλλιεργητικές φροντίδες

Αραίωμα: Το αραίωμα είναι μία εργασία που εφαρμόζεται μόνο σε ετήσιες καλλιέργειες. Μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε στο στάδιο των 2-3 φύλλων είτε σε πιο προχωρημένο στάδιο. Στο στάδιο των 2-3 πραγματικών φύλλων μπορεί να αφαιρούνται μικρά, μη εμπορεύσιμα φυτά αλλά μειώνεται αποτελεσματικά ο ανταγωνισμός μεταξύ αυτών που παραμένουν στο χωράφι. Αντιθέτως, όταν το

αραιώμα εφαρμόζεται όταν τα φυτά βρίσκονται σε πιο προχωρημένο στάδιο, τα αφαιρούμενα φυτά έχουν εμπορεύσιμο μέγεθος αλλά συνεχίζει ο αυξημένος ανταγωνισμός, δεν ευνοείται η οριζόντια ανάπτυξή τους και παράγονται ροζέτες μεγάλου μεγέθους. Επίσης, υπάρχει περίπτωση τραυματισμού της ρίζας που βρίσκεται κοντά στο υπό αφαίρεση φυτό.

Σκάλισμα: Το σκάλισμα είναι η αναμόχλευση και ο ψιλοχωματισμός του επιφανειακού στρώματος του εδάφους του αγρού. Αυτό έχει ως σκοπό την καταστροφή ζιζανίων που έχουν αναπτυχθεί, τον αερισμό του εδάφους και τον εμπλουτισμό του με οξυγόνο που είναι απαραίτητο για τη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος καθώς και για το σπάσιμο πιθανής κρούστας που δημιουργήθηκε από τη βροχή ή την άρδευση. Το σκάλισμα είναι μία εργασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί και στις ετήσιες αλλά και στις πολυετείς καλλιέργειες. Στις ετήσιες γίνεται είτε με το χέρι είτε με μηχανικά σκαλιστήρια εφόσον το επιτρέπουν οι αποστάσεις φύτευσης. Στις πολυετείς καλλιέργειες πραγματοποιείται ελαφρό παράχωμα για την καλύτερη στήριξη των φυτών ή την αύξηση της αντοχής τους στους ισχυρούς ανέμους.

Έλεγχος ζιζανίων: Όπως σε όλες τις καλλιέργειες έτσι και στην καλλιέργεια του σταμναγκαθίου εμφανίζονται ζιζάνια τα οποία ανταγωνίζονται τα φυτά σε νερό, θρεπτικά καθώς και σε χώρο δυσκολεύοντας την ανάπτυξη τους. Για τον αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων γίνεται η λήψη κάποιων προληπτικών αλλά και μέτρων που εφαρμόζονται μετά την εμφάνιση των ζιζανίων. Αρχικά, η πιο αποτελεσματική μέθοδος καταστροφής ζιζανίων είναι το σκάλισμα, που έχει αναλυθεί πιο πάνω, παρόλο το αυξημένο κόστος του. Κάποια προληπτικά μέτρα τα οποία μπορούν να απαλλάξουν την καλλιέργεια από το μετέπειτα φύτευμα των ζιζανίων είναι η καθαρότητα του σπόρου, απαλλαγμένου από πιθανούς σπόρους ζιζανίων, το φθινοπωρινό όργωμα μετά από ένα διάστημα από τις πρώτες βροχές, το οποίο θα επιτρέψει το φύτευμα των ζιζανίων και την πιο εύκολη καταπολέμησή τους, και γενικότερα τα βαθιά οργώματα που θα καταστρέψουν τους σπόρους ζιζανίων που βρίσκονται σε μεγάλο βάθος. Κάποια άλλα μέτρα για την καταπολέμηση των ζιζανίων στην καλλιέργεια σταμναγκαθίου είναι η αμειψισπορά, τα φυσικά

ζιζανιοκτόνα και η απολύμανση της χρησιμοποιούμενης οργανικής ουσίας. Χημικά ζιζανιοκτόνα δεν έχουν εγκριθεί για την καλλιέργεια του συγκεκριμένου φυτού.

Άρδευση: Το σταμναγκάθι είναι ένα φυτό το οποίο δεν έχει αυξημένες απαιτήσεις σε νερό. Παρόλα αυτά όμως κρίνεται αναγκαία η άρδευση και η διατήρηση της υγρασίας του εδάφους σε ένα καλό επίπεδο για την υποβοήθηση της κανονικής ανάπτυξής των φυτών τους και στην αποφυγή δημιουργία καταπόνησης από έλλειψη νερού. Γενικότερα όμως λόγω της ανάπτυξης των φυτών από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη γίνεται κατανοητό ότι σε κάποιες περιπτώσεις είναι περιττή η άρδευση αφού οι βροχοπτώσεις βοηθούν. Το σημαντικότερο στάδιο στην ανάπτυξη των φυτών που κρίνεται απαραίτητη η επαρκής υγρασία στο έδαφος είναι το στάδιο του φυτρώματος. Στο στάδιο του φυτρώματος ο σπόρος προσπαθεί να εξέλθει από το έδαφος. Αν το έδαφος δεν είναι υγρό ή αν έχει δημιουργηθεί κρούστα στο επιφανειακό του στρώμα τότε θα πρέπει να αρδευτεί. Οι ετήσιες καλλιέργειες αρδεύονται με τη μέθοδο του καταιονισμού, με τα μικρά μπεκ να κάνουν πιο εύκολη την κατανομή του νερού. Οι πολυετείς καλλιέργειες αρδεύονται με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης η οποία βοηθάει αι στην οικονομία του νερού. Σε αυτές τις καλλιέργειες η άρδευση ξεκινά από τα τέλη καλοκαιριού για την υποβοήθηση της βλάστησης (Τόσκας, 2010; Τσαγκλή, 2010; Σαλονικιώτη, 2015).

Συγκομιδή : Η συγκομιδή των φυτών πραγματοποιείται 3-4 μήνες μετά τη σπορά. Συγκομίζονται μόνο οι ροζέτες, όταν έχουν αναπτυχθεί πλήρως, συγκομίζονται και οι τρυφεροί βλαστοί εγκαίρως πριν ξυλοποιηθούν. Γίνεται αποκοπή με το χέρι με κοπτικά εργαλεία στο ύψος του λαιμού του υπέργειου μέρους αφήνοντας το υπόγειο μέρος για περαιτέρω ανάπτυξη και αναβλάστηση. Μεταξύ των συγκομιδών μεσολαβεί ένα διάστημα 40 ημερών και η περίοδος παραγωγής διαρκεί 9-10 μήνες. Το καλοκαίρι το φυτό δεν έχει παραγωγή αφού έχει ξυλοποιηθεί για να ανταπεξέλθει στις ξηροθερμικές συνθήκες. Αν η καλλιέργεια είναι ετήσια η συγκομιδή δεν είναι και τόσο προσεκτική αφού το υπόγειο μέρος του φυτού μπορεί και να αφαιρεθεί από το έδαφος. Οι συγκομιδές είναι 3-5. Αρχικά συγκομίζονται τα μεγάλα φυτά αφήνοντας το περιθώριο στα μικρότερα φυτά να αναπτυχθούν. Η συγκομιδή πραγματοποιείται 3-6 μήνες μετά τη σπορά. Τα ίδια ισχύουν και για τις πολυετείς καλλιέργειες με τη μόνη διαφορά ότι σε αυτές ο λαιμός και το υπόγειο μέρος του φυτού θα πρέπει να μένουν ανέπαφα μετά τη συγκομιδή των ροζετών αφού είναι

απαραίτητα για να δώσουν νέες ροζέτες την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Καλό θα είναι τα κιτρινισμένα και ασθενικά φύλλα να αποκόβονται από τη ροζέτα για να διατηρηθεί η ποιότητά της και να απομακρύνονται οι ξένες ύλες όπως το χώμα και οι πέτρες. Η στρεμματική απόδοση του φυτού ξεκινάει από τα 800 κιλά και φτάνει έως τους 5 τόνους σύμφωνα με διάφορες πηγές (Κλάδος, 2010; Μενδώνη, 2015; Τόσκας, 2010; Τσαγκλή, 2010; Σαλονικιώτη, 2015).

Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί: Οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί πρέπει να είναι γρήγοροι διότι το σταμναγκάθι ανήκει στα φυλλώδη λαχανικά οπότε πρέπει να τεθεί σύντομα για συντήρηση ή πώληση (το λιγότερο μέσα σε 24 ώρες από τη συγκομιδή). Αρχικά πλένονται οι ροζέτες με κρύο νερό και έπειτα τοποθετούνται σε πλαστικά φύλλα ή σακούλες στους 2-3 °C. Οι ιδανικές συνθήκες συντήρησης των προϊόντων είναι στους 3-5 °C με σχετική υγρασία 90-95% για 6-7 ημέρες έως και 2 εβδομάδες. Το σταμναγκάθι μπορεί να διατηρηθεί και στην κατάψυξη για κάποιους μήνες αφού πρώτα ξεματιστεί. Τα φύλλα τοποθετούνται σε βραστό νερό για 2-3 λεπτά, στραγγίζονται και αφού στεγνώσουν και κρυώσουν τοποθετούνται σε ειδικά σακουλάκια και μετά στην κατάψυξη. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες και χαμηλότερη σχετική υγρασία υπάρχουν δυσάρεστες μεταβολές στα προϊόντα, τόσο στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όσο και στην εμφάνισή τους αφού επέρχεται γρήγορη μάρανση (Κλάδος, 2010; Σαλονικιώτη, 2015; Τσαγκλή, 2010).

1.3.9 Χρήσιμα μέρη-χρήσεις

Το σταμναγκάθι είναι ένα φυτό που έχει γίνει γνωστό στο ευρύ κοινό τα τελευταία χρόνια λόγω των ιδιοτεροτήτων του. Χρησιμοποιείται στις εκλεκτές κουζίνες και η τιμή στην αγορά μπορεί να φτάσει και τα 15 ευρώ το κιλό. Όλα τα μέρη είναι χρήσιμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορες χρήσεις, από τη σαρκώδη ρίζα του, το λαιμό, τους βλαστούς, τα φύλλα ακόμη και το άνθος του. Η ρίζα χρησιμοποιείται για την παραγωγή προϊόντων υποκατάστατων του καφέ χωρίς καφεΐνη. Τα εδώδιμα τμήματα του φυτού που μπορούν να καταναλωθούν από τον άνθρωπο είναι οι τρυφεροί βλαστοί και τα φύλλα του που μπορούν να φαγωθούν μαγειρεμένα με κρέας, βραστά ή ωμά με λεμόνι, λάδι και ξύδι. Παλαιότερα αποξηραίνονταν ή γίνονταν αφέψημα, πρακτική που εφαρμόζεται σπανιότερα στη σημερινή εποχή. Όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε παραθαλάσσια μέρη ή σε αλατούχα

εδάφη τότε αυξάνονται οι οργανοληπτικές ιδιότητες, η γεύση του είναι πιο έντονη και το τελικό προϊόν είναι νοστιμότερο. Αυτό συμβαίνει λόγω του αυξημένου νατρίου που είναι συνέπεια της αυξημένης αλατότητας. Επίσης, το σταμναγκάθι έχει βρεθεί ότι έχει αρκετές φαρμακευτικές ιδιότητες ήδη από την αρχαιότητα. Έχει διουρητικές ιδιότητες σύμφωνα με το Διοσκουρίδη. Άλλες ικανότητες που έχει είναι οι αντισηπτικές, αντιρευματικές, αντιδιαβητικές, αντιασθματικές, αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες του. Έχει επίσης θεραπευτική δράση για παθήσεις της χολής, του ήπατος, του σπλήνα και των νεφρών. Τέλος το σταμναγκάθι βοηθάει στον πυρετό και στο πεπτικό σύστημα (Κατσαποξάκη, 2018; Οικονομάκης, 2014; Παππά, 2015; Σαλονικιώτη, 2015; Φραγκούλη, 2015)

1.3.10 Χημική σύσταση και διατροφική αξία

Το σταμναγκάθι έχει υψηλή διατροφική και είναι πλούσιο σε ποικιλία θρεπτικών συστατικών όπως αντιοξειδωτικά, βιταμίνες, πολυφαινόλες, ιχνοστοιχεία, λιπαρά οξέα και άλλα στοιχεία. Όλα αυτά συμβάλλουν στην καλή υγεία του ανθρώπου. Συγκεκριμένα τα 100 g νωπού προϊόντος σταμναγκαθίου περιέχουν:

- 24 mg βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ) η οποία ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα, βελτιώνει την αγγειακή κυκλοφορία και είναι αναγκαία για τις μεταβολικές λειτουργίες
- 240 mg βιταμίνης K₁ (φυλλοκινόνη) η οποία συμβάλλει στον έλεγχο του σχηματισμού θρόμβων στο αίμα

Στα 100 g φυτικού ιστού περιέχονται τα εξής λιπαρά οξέα:

- 25,9 mg κορεσμένα λιπαρά
- 5,4 mg μονοακόρεστα λιπαρά
- 6,8 mg πολυακόρεστα
- 33,8 mg ω-3 λιπαρά
- 14,9 mg ω-6 λιπαρά
- 132 mg πολυφαινόλες οι οποίες δρουν ως αντιοξειδωτικές ουσίες
- 1160 μg λουτεΐνη η οποία έχει ευεργετική δράση για την όραση και βοηθάει στην πρόληψη του καρκίνου του δέρματος
- 1,23 mg έως 9,78 mg α-τοκοφερόλη

Στο υπέργαιο μέρος περιέχονται αρκετές λακτόνες συγκεκριμένα κουμαρίνες και σεσκιτερπενοειδείς λακτόνες αλλά και 3,4 β-dihydroderivative και λακτουκοπιρίνη καθώς και β-καροτένιο που είναι πρόδρομη ουσία της βιταμίνης Α και έχει αντιοξειδωτική δράση α μειώνει τον κίνδυνο της στεφανιαίας νόσου.

Τα φύλλα περιέχουν 95% νερό, 1% πρωτεΐνη, 3% υδατάνθρακες, 0,1% λίπη καθώς και βιταμίνη Α, βιταμίνη Β₁, βιταμίνη Β₂ καθώς και διάφορα ανόργανα στοιχεία όπως κάλιο, νάτριο, φώσφορο και μαγνήσιο. Η πικρή τους γεύση οφείλεται στην λακτουκίνη, λακτουκοπικρίνη και σε άλλα παράγωγά τους.

Τέλος σε έρευνα αποδείχτηκε ότι το σταμναγκάθι έχει μεγαλύτερη διατροφική αξία από το σπανάκι και συμβάλλει σημαντικά στη διατροφή του ανθρώπου μέσω της αυξημένης πρόληψης βιταμίνης C, βιταμίνης Ε, καροτενοειδών, ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου και ψευδαργύρου (Κλάδος, 2010; Παππά, 2016; Σαλονικιώτη, 2015; Ψαρουδάκη, 2012).

1.4 ΑΜΜΩΝΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

1.4.1 Αζωτο(N)

Το άζωτο είναι ένα άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο το οποίο αποτελεί το 78% του όγκου του αέρα της ατμόσφαιρας. Το όνομά του δημιουργήθηκε γιατί χωρίς αυτό δε μπορεί να υπάρξει ζωή. Είναι το 5^ο πιο διαδεδομένο στοιχείο. Ελάχιστα διαλυτό και ασφυκτικό αλλά όχι δηλητηριώδες το άζωτο είναι ένα αδρανές αέριο σε συνηθισμένες θερμοκρασίες, αφού υπάρχει τριπλός δεσμός ανάμεσα στα 2 άτομα που αποτελούν το μόριο του αζώτου (N₂). Όταν το άζωτο θερμανθεί υπό πίεση με το υδρογόνο παρουσία καταλύτη, σχηματίζεται αμμωνία. Αποτελεί συστατικό των πρωτεϊνών, των βιταμινών και άλλων βιομορίων. Πραγματοποιείται αζωτοδέσμευση για τη μετατροπή του σε αξιοποιήσιμες μορφές αφού το ατμοσφαιρικό άζωτο δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί (Μιχαήλ, 2013; Μπέτση, 2008).

1.4.2 Σημασία του αζώτου στα φυτά

Το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό διαφόρων συστατικών των φυτών και βοηθάει σε πολλές λειτουργίες τους. Είναι βασικό συστατικό του πρωτοπλάστη και δομικό συστατικό της χλωροφύλλης το οποίο βρίσκεται στο δακτύλιο της πορφυρίνης. Συντελεί στην ανάπτυξη των ριζών των φυτών τα οποία αφαιρούν μεγαλύτερες ποσότητες όταν αυτά είναι κονδυλόριζα. Είναι απαραίτητος παράγοντας για την αξιοποίηση των υδατανθράκων των ενζύμων και είναι διεγερτικός παράγοντας της

ανάπτυξης και λειτουργίας των φυτών των αμινοξέων. Επίσης το άζωτο βοηθάει την πρόληψη και αξιοποίηση και άλλων θρεπτικών στοιχείων. Τέλος τα φυτά προμηθεύονται το άζωτο σε μορφή αμμωνιακών και νιτρικών ιόντων (Μιχαήλ, 2013). Η έλλειψη του αζώτου έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζουν κιτρινωπά και απονεκρωμένα τα ώριμα φύλλα και τα νεότερα να παραμένουν πράσινα. Τα φυτά με τροφопενία περιέχουν πρωτεΐνες οι οποίες υδρολύονται για να προσφέρουν αμινοξέα στα τμήματα του φυτού που τα έχουν ανάγκη (Πανταζή, 2013).

1.4.3 Λίπανση με άζωτο(N)

Η λίπανση με άζωτο είναι σχεδόν πάντα απαραίτητη γιατί αφαιρούν μεγάλες ποσότητες τα φυτά λόγω της σημαντικότητας του στην αύξηση και στην ανάπτυξη των φυτών. Το άζωτο απορροφάται από τα φυτά ως αμμωνιακά (NH_4^+) ή νιτρικά ιόντα (NO_3^-), (για τη μορφή με την οποία θα απορροφηθεί παίζουν ρόλο εξωτερικοί και εσωτερικοί παράγοντες), τα οποία το ανάγουν και το ενσωματώνουν στα διάφορα όργανά τους. Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου είναι τοξική για τα φυτά ενώ η νιτρική μορφή αποθηκεύεται στα μιτοχόνδρια και χρησιμοποιείται για να αντισταθμίσει τα θετικά φορτία διαφόρων ιόντων και έχει ωσμορυθμιστική για την αποκατάσταση τυχόν ελλείψεων των οργανικών συντελεστών στα μιτοχόνδρια. Το χαμηλό ποσοστό συγκέντρωσης των νιτρικών μέσα στο φυτό εκδηλώνεται με τα τυπικά συμπτώματα της έλλειψης αζώτου, ενώ η περίσσεια των αμμωνιακών ιόντων εκδηλώνεται με τα ίδια συμπτώματα της έλλειψης καλίου, γιατί υπάρχει υψηλός ανταγωνισμός μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων. Ωστόσο, μόνο στις περιπτώσεις όπου η μοναδική πηγή αζώτου είναι η αμμωνιακή, μπορούν να εκδηλωθούν ζημιές στους ιστούς των φυτών. Τα ιόντα NH_4^+ μόλις απορροφηθούν χρησιμοποιούνται στη σύνθεση των αμινοξέων και άλλων αζωτούχων ενώσεων (πουρίνες, πυριμιδίνες, ορισμένα συνένζυμα). Τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-), αντίθετα, όταν απορροφηθούν από το φυτό θα πρέπει να οργανοποιηθούν μέσω αναγωγής. Αυτό πραγματοποιείται μέσω του ενζύμου ρεδουκτάση των νιτρικών (NR) που συντίθεται και ενεργοποιείται από την παρουσία του υποστρώματος του, δηλαδή των νιτρικών ιόντων.

Τα αζωτούχα λιπάσματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τη μορφή με την οποία εφοδιάζουν τα φυτά. Είναι αμμωνιακά ή νιτρικά λιπάσματα ή άλατα των αμινών. Τα αμμωνιακά λιπάσματα εφοδιάζουν τα φυτά με άζωτο υπό αμμωνιακή ή νιτρική μορφή που προκύπτει μετά την απονιτροποίηση της αμμωνίας (π.χ. θειική αμμωνία). Τα νιτρικά λιπάσματα εφοδιάζουν τα φυτά με άζωτο υπό μορφή νιτρικών

ιόντων (Αδάμος και Αλεξιάδης, 2017; Αργυρού, 2001; Αυδή, 2004; Μιχαήλ, 2013; Μπέτζη, 2008; Πανταζή, 2013).

1.4.4 Σημασία της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος στην ανάπτυξη των φυτών

Η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών καθώς και τη σύστασή των φύλλων σε θρεπτικά στοιχεία. Αρχικά, η μορφή του αζώτου (αμμωνιακή ή νιτρική) επηρεάζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος αφού εμπλέκεται στη βιοσύνθεση πολλών θρεπτικών συστατικών όπως οργανικών και λιπαρών οξέων. Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου δεν επηρεάζει την ανάπτυξη του οξαλικού άλατος ενώ η νιτρική μορφή αυξάνει σημαντικά το ποσοστό τους. Κατά την αύξηση της συγκέντρωσης σε άζωτο του διαλύματος παρατηρείται αύξηση της βιομάζας, επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και η εποχή καλλιέργειας αφού κατά την άνοιξη μειώνεται η αύξηση και η ανάπτυξη των λαχανιών αλλά αυξάνεται η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες και νιτρικά σε σχέση με το καλοκαίρι.

Η περιεκτικότητα σε άζωτο των διαλυμάτων έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει και το νωπό και ξηρό βάρος των λαχανικών. Μελέτες έδειξαν ότι όσο αυξάνεται το άζωτο αυξάνεται και το νωπό βάρος στις χειμερινές καλλιέργειες, ενώ κατά την ανοιξιάτικη καλλιέργεια αυξάνεται το ξηρό βάρος. Οι θερμοκρασίες δεν έχουν καμία επίδραση σχεδόν στο νωπό και ξηρό βάρος αλλά μπορεί να υπάρχει και μείωση αφού λόγω της ανάπτυξης των ανθέων έχουν βραχύτερο κύκλο ανάπτυξης. Παρατηρείται επίσης και διαφορά στην περιεκτικότητα των σακχάρων, με αυξημένη τιμή για μία μέση τιμή του αζώτου περίπου 30%. Όσο αυξάνεται το αμμωνιακό άζωτο παρατηρείται αύξηση του μηλικού οξέος και μείωση του οξαλικού οξέος στα φύλλα των λαχανικών και τα λιπαρά οξέα μένουν ανεπηρέαστα.

Όσο αφορά την περιεκτικότητα των φύλλων λαχανικών σε ανόργανα στοιχεία παρατηρείται αύξηση του K, του Mn και Zn τη χειμερινή περίοδο και αύξηση του Fe κατά την ανοιξιάτικη περίοδο καλλιέργειας. Η αύξηση του αμμωνιακού αζώτου μειώνει τα νιτρικά στα φύλλα και αυξάνει τις φαινολικές ενώσεις (Chatzigianni et al., 2017; Petropoulos et al., 2018)

1.5 Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εύρεση της επίδρασης της συγκέντρωσης του θρεπτικού διαλύματος σε αμμωνιακό άζωτο στην ανάπτυξη του σταμναγκαθίου κατά τις δύο εποχές που πραγματοποιήθηκε το πείραμα. Συγκεκριμένα, μετά το

πότισμα των φυτών με διαλύματα διαφορετικής συγκέντρωσης σε αμμωνιακό άζωτο, μετρήθηκε η συγκέντρωση χλωροφύλλης, ο αριθμός των φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων και των ανθέων σε δυο εποχές σποράς. Τέλος, μετρήθηκε και η συγκέντρωση αζώτου, καλίου και νατρίου στα φύλλα των φυτών. Παρακάτω, περιγράφονται τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για τη πραγματοποίηση του πειράματος καθώς και τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που βγήκαν από την παρούσα μελέτη.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας της σχολής Γεωπονικών Επιστημών. Το πειραματικό μέρος της μελέτης έλαβε χώρο στο καλυμμένο με πλαστικό θερμοκήπιο του εργαστηρίου Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, στον εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου και στους χώρους των εργαστηρίων Κηπευτικών Καλλιεργειών και Εδαφολογίας, κατά το χρονικό διάστημα Δεκέμβριος 2015-Μάιος 2016.

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

2.1.1 Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία στο θερμοκήπιο

- 100 νεαρά φυτά σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.)
- 100 φυτοδοχεία 2 λίτρων
- Τύρφη (Klassman-Deilmann KTS2)
- Περλίτης
- Λίπασμα πλήρες 20-20-20 (NPK)
- Νιτρική αμμωνία
- Νιτρικό ασβέστιο
- Ουρία
- Θειικό αμμώνιο
- Όργανο μέτρησης της ολικής χλωροφύλλης (Spad 502 Plus, Konica Minolta Inc., UK)
- Πλαστικά βαρέλια και κουβάδες, πλαστικά δοχεία, πλαστικά γάντια, ταμπελάκια και κοπίδι.

2.1.2 Μεταφύτευση

Η διαδικασία της μεταφύτευσης πραγματοποιήθηκε στις 1 Δεκεμβρίου 2015 στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου. Αρχικά, 100 νεαρά φυτά σταμναγκαθιού μεταφυτεύθηκαν σε φυτοδοχεία 2 λίτρων που περιείχαν τύρφη (Klassman-Deilmann KTS2; 1,0 L) με pH 5,5-6,5 και περιεκτικότητα σε N-P-K 14-10-18 και περλίτη (1,0L) σε αναλογία 1:1.

2.1.3 Διαμόρφωση του χώρου εντός και εκτός του θερμοκηπίου και προετοιμασία των φυτών πριν από τις επεμβάσεις

Για την ομαλή διεξαγωγή του πειράματος, έγινε αρχικά διαχωρισμός των 100 φυτών σε 5 ομάδες των 20 φυτών για κάθε μεταχείριση. Τα φυτά είχαν παρόμοια ανάπτυξη οπότε δεν υπήρχε κάποιο κριτήριο στο διαχωρισμό. Κάθε ομάδα είχε από ένα ταμπελάκι με τα νούμερα 1, 2, 3, 4 και 5 αντίστοιχα. Το σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο. Τα φυτά μετά τη μεταφύτευσή τους τοποθετήθηκαν στο εσωτερικό του θερμοκηπίου μέχρι τα τέλη Μαρτίου περίπου. Μετά μεταφέρθηκαν στο εξωτερικό του θερμοκηπίου έως τα τέλη Μαΐου που ολοκληρώθηκε η ανάπτυξή τους. Ανά δύο εβδομάδες περίπου στα φυτά και στις δύο περιπτώσεις αλλάζονταν οι θέσεις.

2.1.4 Καλλιεργητικές περιποιήσεις

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, εφαρμόζονταν τα κατάλληλα ποτίσματα με 5 διαφορετικά διαλύματα, ένα για την κάθε ομάδα. Καθ' όλη τη διάρκεια των ποτισμάτων η συχνότητα ήταν 2 με 3 φορές την εβδομάδα περίπου εφαρμόζοντας ένα παραπάνω πότισμα όποτε αυτό κρίνονταν αναγκαίο κυρίως τους θερμότερους μήνες και ένα πότισμα λιγότερο όταν τα φυτά βρίσκονταν στον εξωτερικό χώρο και έβρεχε. Το πότισμα κάθε γλάστρας γίνονταν με περίπου 200 με 250 ml διαλύματος, διαφορετικού για κάθε ομάδα φυτών όπως θα δούμε παρακάτω. Η διαδικασία των ποτισμάτων πραγματοποιήθηκε για ένα διάστημα 6 μηνών από 1 Δεκεμβρίου έως 31 Μαΐου.

2.1.5 Παρασκευή διαλυμάτων για τις επικείμενες επεμβάσεις στα φυτά

Για την ομαλή διεξαγωγή του πειράματος και τη λήψη των απαραίτητων στοιχείων για τη μελέτη της επίδρασης των λιπασμάτων διαφορετικής συγκέντρωσης αμμωνίου στην ανάπτυξη και την ποιότητα των φυτών του *Cichorium spinosum* L. χρησιμοποιήθηκαν 5 λιπάσματα διαφορετικών συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου. Όλες οι μεταχειρίσεις περιείχαν τις ίδιες μονάδες N-P-K.

Τα 5 λιπάσματα μπήκαν σε 5 πλαστικά βαρέλια με τους αριθμούς 1, 2, 3, 4 και 5 με τα οποία ποτίζονταν οι αντίστοιχες ομάδες.

Για την παρασκευή των 5 διαλυμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω λιπάσματα:

- 1) 20-20-20 (NPK) με άζωτο αποτελούμενο από ουρία (10%), NO₃-N (5,6%) και NH₄-N (4,4%)

- 2) Νιτρική αμμωνία (34,5% ολικό άζωτο , με αναλογία 1:1 για NO₃-N:NH₄-N)
- 3) Νιτρικό ασβέστιο (15,5% αζώτου, [NO₃N (14,4%)] και 26,5% CaO)
- 4) Ουρία (46% άζωτο σε μορφή ουρίας)
- 5) Θεική αμμωνία (21% άζωτο σε μορφή NH₄-N και 24% θείο

Τα βαρέλια στα οποία παρασκευάστηκαν τα διαλύματα είχαν χωρητικότητα 130L.

- Για την παρασκευή του διαλύματος 1 χρησιμοποιήθηκαν 88,4 γρ. λιπάσματος 20-20-20, 36,9 γρ. νιτρικό ασβέστιο και 33,9 γρ. ουρία.
- Για την παρασκευή του διαλύματος 2 χρησιμοποιήθηκαν 88,4 γρ. λιπάσματος 20-20-20, 22,6 γρ. νιτρική αμμωνία, 36,9 γρ. νιτρικό ασβέστιο και 17 γρ. ουρία.
- Για την παρασκευή του διαλύματος 3 χρησιμοποιήθηκαν 88,4 γρ. λιπάσματος 20-20-20, 30,1 γρ. νιτρική αμμωνία, 36,9 γρ. νιτρικό ασβέστιο, 5,8 γρ. ουρία και 12,38γρ. θεική αμμωνία.
- Για την παρασκευή του διαλύματος 4 χρησιμοποιήθηκαν 88,4 γρ. λιπάσματος 20-20-20, 37,68γρ. νιτρική αμμωνία, 11,74γρ. νιτρικό ασβέστιο, 2,3 γρ. ουρία και 24,76 γρ. θεική αμμωνία.
- Για την παρασκευή του διαλύματος 3 χρησιμοποιήθηκαν 88,4 γρ. λιπάσματος 20-20-20, 22,6 γρ. νιτρική αμμωνία, 11,74 γρ. νιτρικό ασβέστιο και 55,71 γρ. θεική αμμωνία.

Οι ποσότητες των λιπασμάτων για το κάθε βαρέλι είχαν ως στόχο το αμμωνιακό άζωτο να είναι: 14% για το βαρέλι 1, 24% για το βαρέλι 2, 34% για το βαρέλι 3, 44% για το βαρέλι 4 και 54% για το βαρέλι 5 ως προς το ολικό άζωτο.

2.1.6 Συγκομιδή

Δύο φορές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου έγινε συγκομιδή των φυτών (στις 30/3/2016 και στις 24/5/2016). Αφού έγιναν οι απαραίτητες μετρήσεις πριν τη συγκομιδή όπως περιγράφονται παρακάτω, χρησιμοποιήθηκε κοπίδι με το οποίο κόβονταν το κάθε φύλλο από το λαιμό του κάθε φυτού προσεκτικά για να ληφθούν για περαιτέρω αναλύσεις.

2.1.7 Μετρήσεις στο θερμοκήπιο

Όπως έχει προαναφερθεί για την πραγματοποίηση του πειράματος έγιναν δύο συγκομιδές. Μετά από κάθε συγκομιδή έγιναν οι παρακάτω μετρήσεις :

- 1) Τη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας του φύλλου: Η συγκεκριμένη μέτρηση έγινε με τη βοήθεια του ειδικού οργάνου υπολογισμού της

χλωροφύλλης (Spad 502 Plus, Konica Minolta Inc., UK). Τοποθετούνταν η άκρη πέντε τυχαίων φύλλων κάθε γλάστρας στους υποδοχείς του οργάνου και βγάζοντας μία μέση τιμή από τις πέντε τιμές σημειώνονταν η συγκέντρωση χλωροφύλλης για την κάθε γλάστρα.

2) Τον αριθμό των φύλλων: Στις δύο συγκομιδές που πραγματοποιήθηκαν γίνονταν και μέτρηση των φύλλων κάθε γλάστρας για να παρατηρηθεί η ανάπτυξη των φυτών.

Η πειραματική διαδικασία αφορούσε δύο εποχές. Η πρώτη εποχή αφορά την περίοδο καλλιέργειας χειμώνα-άνοιξη και η δεύτερη εποχή την άνοιξη.

Κατά την πρώτη εποχή πραγματοποιήθηκαν δύο κοπές-συγκομιδές. Κατά την πρώτη κοπή πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις από 12 φυτά, τα 8 χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Κατά τη δεύτερη κοπή πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ξανά από τα 12 φυτά ενώ ελήφθησαν δείγματα και από τους μάρτυρες.

2.1.8 Χρονοδιάγραμμα εργασιών στο θερμοκήπιο

1/12/2015 : Μεταφύτευση

1/12/2015 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

4/12/2015 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

7/12/2015 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

10/12/2015 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

20/12/2015 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

13/1/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

18/1/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

25/1/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

29/1/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

2/2/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

6/2/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

11/2/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

17/2/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

23/2/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

26/2/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

29/2/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

5/3/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
10/3/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
16/3/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
23/3/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
28/3/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
30/3/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
30/3/2016 : 1^η συγκομιδή
30/3/2016 : Μεταφορά από το εσωτερικό του θερμοκηπίου στον εξωτερικό χώρο
1/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
4/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
6/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
8/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
13/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
16/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
18/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
20/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
22/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
24/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
26/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
28/4/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
3/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
6/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
10/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
14/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
16/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
20/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
24/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
24/5/2016 : 2^η συγκομιδή
27/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος
31/5/2016 : Πότισμα με 250 ml διαλύματος

2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

2.2.1 Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο για τη μέτρηση ποσοτικών χαρακτηριστικών

- Ζυγαριά ακριβείας
- Κλίβανος
- Χάρακας
- Πλαστικά και χάρτινα σακουλάκια

2.2.2 Μετρήσεις στο εργαστήριο για ποσοτικά χαρακτηριστικά

Η διαδικασία της συγκομιδής περιλαμβάνει μετρήσεις, αρχικά στο θερμοκήπιο και έπειτα στο εργαστήριο. Αρχικά στο θερμοκήπιο όπως έχει προαναφερθεί γίνονταν η μέτρηση των φύλλων και η μέτρηση της ολικής χλωροφύλλης τους. Έπειτα σε εργαστηριακό επίπεδο γίνονταν οι παρακάτω μετρήσεις :

1) Της διαμέτρου της ροζέτας: Με τη βοήθεια ενός χάρακα πραγματοποιήθηκε η συγκεκριμένη μέτρηση. Για κάθε γλάστρα μετριούνταν το μήκος των δύο απέναντι φύλλων από την άκρη του ενός μέχρι την άκρη του άλλου.

2) Του νωπού και ξηρού βάρους των φύλλων: Οι 20 γλάστρες της κάθε ομάδας χωρίστηκαν σε 4 υποομάδες από 5 γλάστρες η κάθε μία. Από την κάθε υποομάδα έγινε λήψη συνολικά 20 περίπου φύλλων (4 από κάθε γλάστρα), τα οποία ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε χάρτινα σακουλάκια και για 48 ώρες σε κλίβανο στους 72 °C για να γίνει η λήψη του ξηρού βάρους και να βρεθεί η περιεκτικότητα σε νερό επί τοις εκατό.

Κάποια άλλα φύλλα περίπου 20 στον αριθμό τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια σε συνθήκες κενού αέρα και για κάποιες ώρες έμειναν στην κατάψυξη για περαιτέρω μετρήσεις.

2.2.3 Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο για τη μέτρηση ποιοτικών χαρακτηριστικών

- Φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης (Perkin Elmer 1100B, Waltham, MA)
- Φλογοφωτόμετρο (Sherwood Model 410, Cambridge, UK)

- Συσκευή απόσταξης με υδρατμούς (μέθοδος Kjeldahl)
- Χωνιά
- Αυτόματη πιπέτα
- Πλαστικές πιπέτες
- Ζυγαριά ακριβείας
- Μπλέντερ
- Γουδί
- Κάψες πορσελάνης
- Φιαλίδια τύπου Falcon
- Ογκομετρικές φιάλες 25 ml, 50 ml, 100 ml
- Ποτήρια ζέσεως 50 ml
- Υδροχλωρικό οξύ (HCl)
- Υδροξείδιο του νατρίου ή καυστικό νάτριο (NaOH)
- Βορικό οξύ (H_3BO_3)
- Θεικό οξύ (H_2SO_4)

2.2.4 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Η απορρόφηση των ανόργανων στοιχείων που χρειάστηκε να μετρηθούν στη συγκεκριμένη μελέτη ακολούθησε μετά τις ποσοτικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν όπως έχουν αναλυθεί ανωτέρω. Η περιεκτικότητα των παρακάτω ανόργανων στοιχείων: ασβεστίου(Ca), μαγνησίου (Mg), σιδήρου(Fe), μαγγανίου(Mn), ψευδαργύρου(Zn), αζώτου(N) και καλίου(K) μετρήθηκε στα φυτικά δείγματα.

Οι ποιοτικές μετρήσεις που χρειάστηκαν πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος όπου χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης (Perkin Elmer 1100B, Waltham, MA), φλογοφωτόμετρο (Sherwood Model 410, Cambridge, UK) και συσκευή απόσταξης με υδρατμούς. Η προετοιμασία των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο των Κηπευτικών Καλλιεργειών.

2.2.5 Μέθοδοι ανάλυσης των φυτικών δειγμάτων

Για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις των ανόργανων στοιχείων ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

1. Αρχικά, το φυτικό δείγμα του σταμναγκαθιού κονιοποιήθηκε (αλέστηκε) σε μπλέντερ και έπειτα σε γουδί.
2. Ζυγίστηκε 0,5 g από το κάθε δείγμα σε κάψες πορσελάνης.
3. Έπειτα τοποθετήθηκαν σε κλίβανο 500 °C για μία μέρα.
4. Με προσοχή οι κάψες μεταφέρονται σε ξηραντήρα.
5. Η τέφρα που δημιουργήθηκε εκχυλίστηκε με πιπέτα 20 ml πυκνού διαλύματος HCl 20% σε γυάλινα ποτήρια ζέσεως των 50 ml.
6. Η τέφρα διηθείται σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml με τη βοήθεια διηθητικού χαρτιού.
7. Γίνεται γέμισμα με H₂O μέχρι τη χαραγή της ογκομετρικής φιάλης, πωματίζεται και ανακινείται 3 φορές.
8. Τέλος, γίνεται μεταφορά σε φιαλίδια τύπου Falcon.
9. Για τη μέτρηση του νατρίου (Na) τα εκχυλίσματα αραιώνονται κατά 20 φορές και για τη μέτρηση καλίου (K) τα εκχυλίσματα αραιώνονται κατά 100 φορές. Και στις δύο περιπτώσεις για τον προσδιορισμό των στοιχείων γίνεται χρήση του φλογοφωτομέτρου.
10. Για τη μέτρηση του ασβεστίου (Ca) και του μαγνησίου (Mg) γίνεται αραιώση κατά 100 φορές ενώ για τη μέτρηση του μαγγανίου (Mn), του σιδήρου (Fe) και του ψευδαργύρου (Zn) χρησιμοποιείται το πυκνό διάλυμα. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των παραπάνω στοιχείων χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης.
11. Για τη μέτρηση του αζώτου (N) χρησιμοποιήθηκε η αποστακτική συσκευή και βασίστηκε στη διαδικασία της υγρής καύσης-πέψης (Kjeldahl) του αζώτου των φυτικών ιστών σταμναγκαθιού.

2.3 Στατιστική ανάλυση

Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε ήταν τριπαραγοντικό (αζωτούχος λίπανση, στάδιο συγκομιδής και εποχή καλλιέργειας) και ακολουθήθηκε το Εντελώς Τυχαίοποιημένο Σχέδιο. Για το πείραμα είχαμε 5 διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης με 20 φυτά για κάθε επέμβαση σε δύο εποχές καλλιέργειας και διαφορετικά στάδια συγκομιδής (3 στάδια στην 1^η εποχή και 1 στάδιο στη 2^η εποχή). Δεδομένου ότι στη 2^η εποχή έγινε μόνο μια συγκομιδή, οι συγκρίσεις των μέσων για τις 2 εποχές σποράς αφορούν μόνο την 1^η συγκομιδή της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής σποράς. Στα αποτελέσματα

έγινε απλή ανάλυση με το πρόγραμμα Statgraphics 5.1.plus (Statpoint Technologies, Inc., VA, USA) για τη σύγκριση των μέσων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

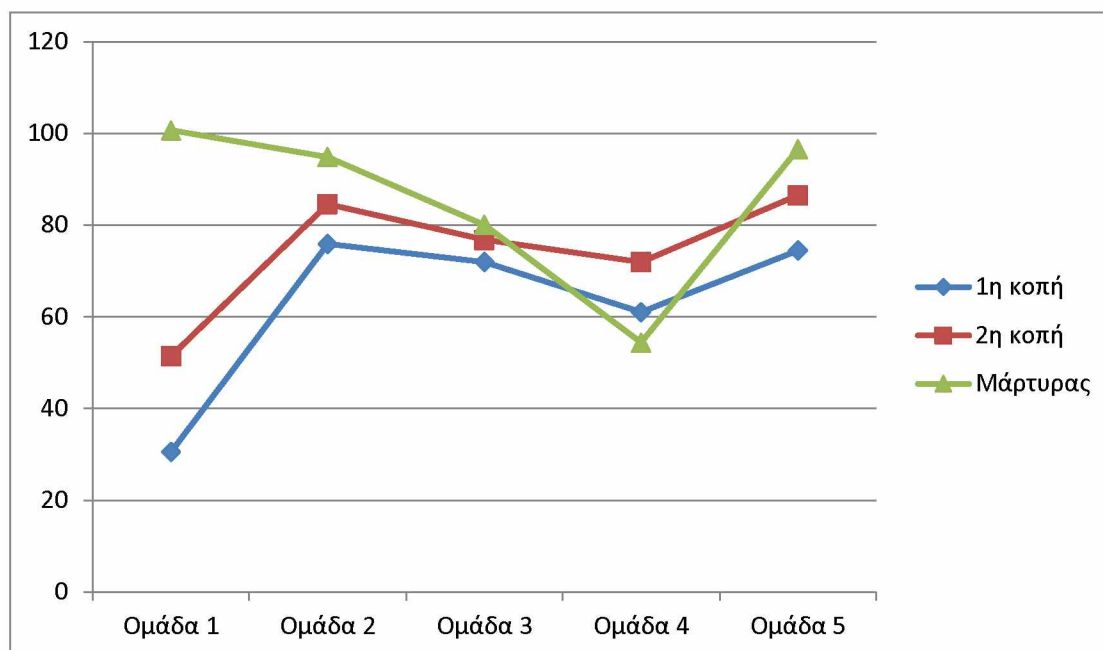
3.1 Συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου (δείκτης SPAD)

3.1.1 Συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου κατά την πρώτη εποχή σποράς

Πίνακας 1. Δείκτης SPAD φύλλων σταμναγκαθιού κατά την 1^η εποχή σποράς σε σχέση με τη συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα και την κοπή (Μέσος όρος \pm [Τυπική απόκλιση])

	Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου				
Κοπή	1	2	3	4	5
1 ^η κοπή	60,5 \pm 24,1γ(α)	75 \pm 23α(β)	71,9 \pm 17,7β(β)	61,0 \pm 19,5γ(β)	74 \pm 27α(β)
2 ^η κοπή	51,4 \pm 24,6δ(β)*	84,6 \pm 19,5α(α)*	76,8 \pm 21,2β(α)*	71,9 \pm 24,5γ(α)*	86,9 \pm 14,9α(α)*
Μάρτυρας (2 ^η κοπή)	100,7 \pm 29,1α*	94,9 \pm 27,1β*	80,1 \pm 31,2γ*	54,4 \pm 11,3δ*	96,6 \pm 43,0β*

*Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εκτός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας γραμμής με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εντός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης και μεταξύ της 1^{ης}-2^{ης} κοπής με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Οι αστερίσκοι υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της 2^{ης} κοπής και του Μάρτυρα.



Γράφημα 1.Γραφική απεικόνιση της συνολικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης κατά την πρώτη εποχή

Κατά την πρώτη εποχή και 1^η κοπή τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλων την έχουν τα φυτά των ομάδων 2 (24% αμμωνιακό N) και 5 (54% αμμωνιακό N) ακολουθεί η ομάδα 3^η (34% αμμωνιακό N), η 4^η (44% αμμωνιακό N) και τέλος τη μικρότερη συγκέντρωση την έχουν τα φυτά της ομάδας 1 (14% αμμωνιακό N). Κατά τη 2^η κοπή τα φυτά της 5^{ης} ομάδας (54% αμμωνιακό N) και της 2^{ης} ομάδας (24% αμμωνιακό N) έχουν τη μεγαλύτερη τιμή, ακολουθούν τα φυτά της 3^{ης} (34% αμμωνιακό N), 4^{ης} ομάδας (44% αμμωνιακό N) με τα φυτά της 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N) να έχουν τη μικρότερη τιμή. Τα φυτά μάρτυρες της 2^{ης} κοπής της 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N) έχουν τη μεγαλύτερη τιμή και ακολουθούν τα φυτά της 5^{ης} (54% αμμωνιακό N), 2^{ης} (24% αμμωνιακό N), 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) και τέλος της 4^{ης} ομάδας (44% αμμωνιακό N).

Όσον αφορά την 1^η και 2^η κοπή παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις της ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλων των φυτών της 2^{ης} κοπής είναι μεγαλύτερες σε όλες τις ομάδες φυτών εκτός από την 1^η (14% N) ομάδα όπου η τιμή της 1^{ης} κοπής είναι μεγαλύτερη από αυτή της δεύτερης. Για τις ομάδες φυτών κατά τη 2^η κοπή και τις ομάδες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις της ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλων είναι

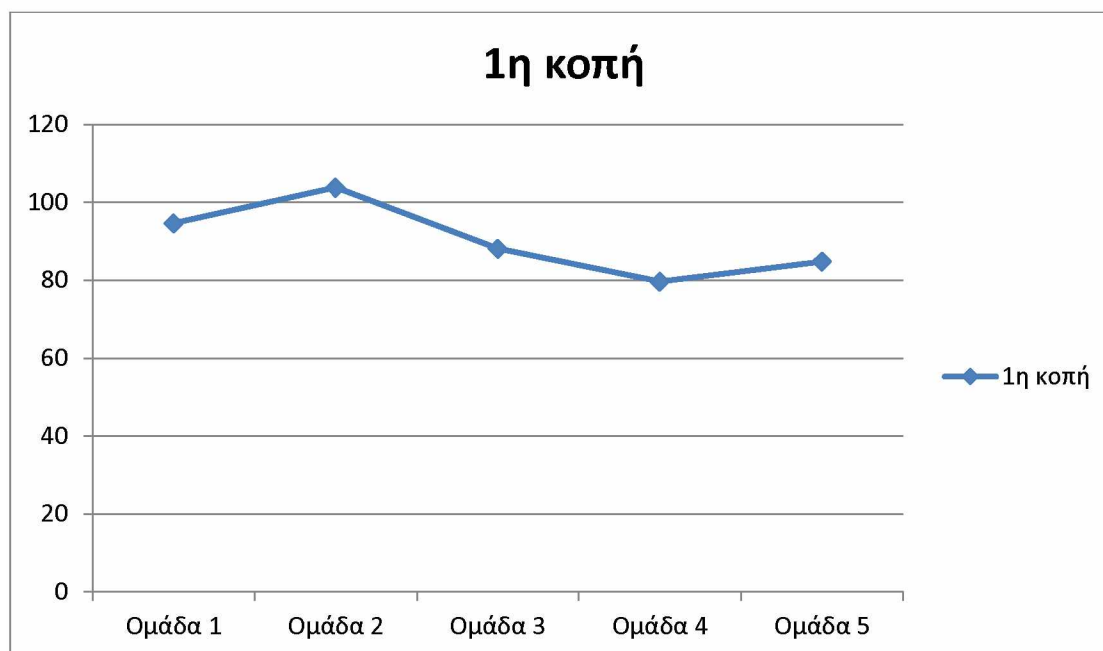
μεγαλύτερες σε όλες τις ομάδες φυτών των μαρτύρων εκτός από την 4^η (44% N) ομάδα όπου η τιμή της 2^{ης} κοπής είναι μεγαλύτερη από αυτή του μάρτυρα.

3.1.2 Συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου κατά την δεύτερη εποχή

Πίνακας 2. Δείκτης SPAD φύλλων σταμναγκαθιού κατά την 2^η εποχή σποράς σε σχέση με τη συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα (Μέσος όρος \pm [Τυπική απόκλιση])

	Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου				
Αριθμός φυτών	1	2	3	4	5
Μέσος όρος	94,6 \pm 33,2β	103,8 \pm 40,3α	88,1 \pm 39,1γ	79,6 \pm 42,4ε	84,8 \pm 31,6δ

*Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας γραμμής με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$).



Γράφημα 2. Γραφική απεικόνιση της ολικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης κατά τη δεύτερη εποχή

Κατά τη δεύτερη εποχή η συγκέντρωση της ολικής χλωροφύλλης των φυτών είναι μεγαλύτερη για τη 2^η ομάδα, ακολουθεί η 1^η ομάδα, η 3^η, η 5^η και τέλος τη χαμηλότερη τιμή την έχουν τα φυτά της 4^{ης} ομάδας.

3.2 Αριθμός φύλλων, διάμετρος ροζέτας, νωπό και ξηρό βάρος φύλλων

3.2.1 Αριθμός φύλλων, διάμετρος ροζέτας, νωπό και ξηρό βάρος φύλλων κατά την πρώτη εποχή

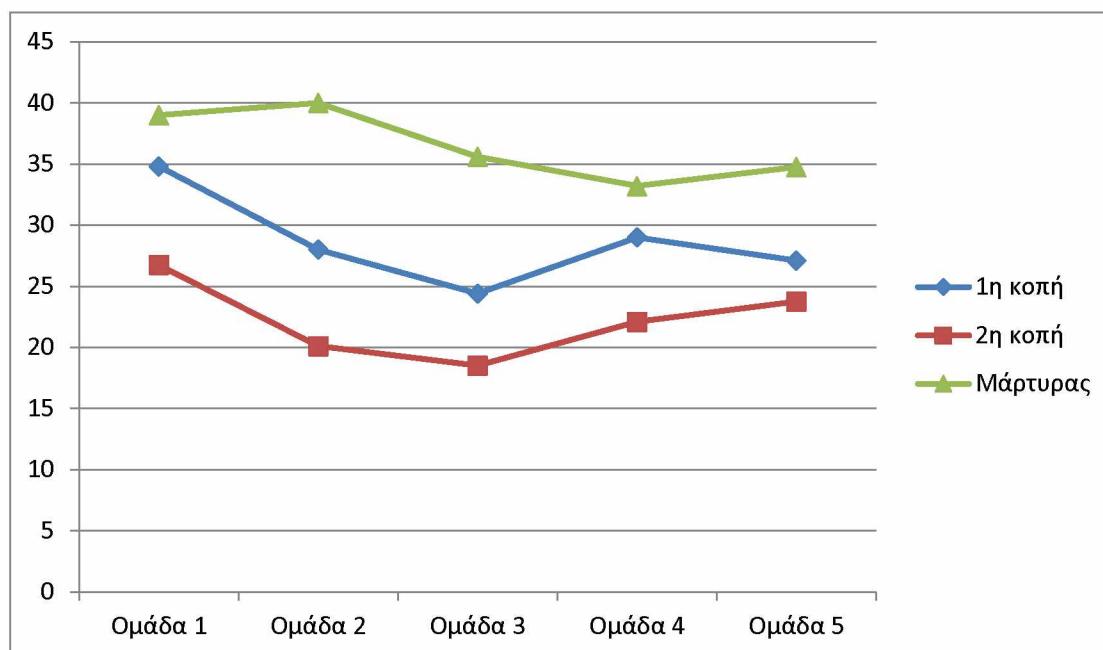
Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν τον αριθμό φύλλων, τη διάμετρο ροζέτας καθώς και το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών κατά την πρώτη εποχή στη πρώτη και δεύτερη κοπή.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ

Πίνακας 3. Αριθμός των φύλλων των φυτών κατά την πρώτη εποχή για την πρώτη και δεύτερη κοπή καθώς και του μάρτυρα

Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	Σύνολο (1 ^η +2 ^η κοπή)	Μάρτυρας
1	34,8±14,9α(α)	26,7±9,8β(α)	61,6±12,2α(α)	39±19β(α)
2	28,0±3,6α(βγ)	20,1±6,4β(δ)	48,1±5,2α(γ)	40±13β(α)
3	24,4±5,7α(δ)	18,5±7,4β(ε)	42,9±6,3α(δ)	35,6±14,3β(β)
4	29,0±5,7α(β)	22,1±7,3β(γ)	51,1±6,2α(β)	33,2±14,1β(γ)
5	27,1±7,2α(γ)	23,7±9,8β(β)	50,8±8,1α(β)	34,7±6,0β(β)

*Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εκτός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας γραμμής και μεταξύ της 1^{ης}-2^{ης} κοπής και Συνόλου και Μάρτυρα με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εντός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$).



Γράφημα 3. Γραφική απεικόνιση του αριθμού φύλλων κατά την πρώτη εποχή

Όσον αφορά τον αριθμό φύλλων κατά την πρώτη εποχή και πρώτη κοπή παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων τον έχουν τα φυτά της 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N), ακολουθούν τα φυτά της 4^{ης} (44% αμμωνιακό N), 2^{ης} (24% αμμωνιακό N), 5^{ης} (54% αμμωνιακό N) και τέλος το μικρότερο αριθμό τον έχουν αυτά της 3^{ης} (34% N). Κατά τη δεύτερη κοπή το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων τον έχουν τα φυτά της 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N), ακολουθούν αυτά της 5^{ης} (54% αμμωνιακό N), 4^{ης} (44% αμμωνιακό N), 2^{ης} (24% αμμωνιακό N) και τέλος τα φυτά με το μικρότερο αριθμό φύλλων είναι αυτά της 3^{ης} ομάδας (34% αμμωνιακό N). Όσον αφορά τους μάρτυρες της 2^{ης} κοπής τα περισσότερα φύλλα τα έχουν τα φυτά της 2^{ης} ομάδας (24% αμμωνιακό N), ακολουθούν αυτά της 1^{ης} (14% αμμωνιακό N), 3^{ης} (34% αμμωνιακό N), 5^{ης} (54% αμμωνιακό N) και 4^{ης} (44% αμμωνιακό N).

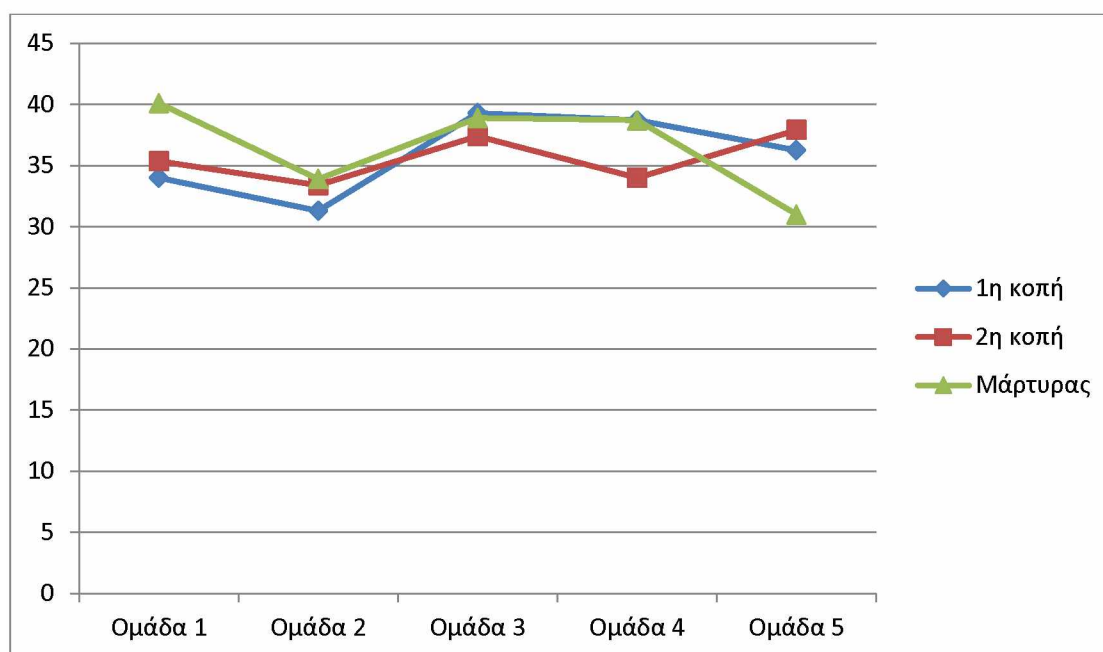
Όσον αφορά την 1^η και 2^η κοπή παρατηρείται ότι ο αριθμός των φύλλων των φυτών της 1^{ης} κοπής είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των φύλλων των φυτών της 2^{ης} κοπής σε όλες τις ομάδες φυτών. Για τις ομάδες φυτών κατά την 1^η και 2^η κοπή αθροιστικά και τις ομάδες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες παρατηρείται ότι ο αριθμός των φύλλων είναι μεγαλύτερος κατά την 1^η και 2^η κοπή αθροιστικά σε σχέση με τον αριθμό των φύλλων των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες.

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΟΖΕΤΑΣ(εκ.)

Πίνακας 4. Διάμετρος ροζέτας (εκ.) των φυτών κατά την πρώτη εποχή για την πρώτη και δεύτερη κοπή καθώς και του μάρτυρα

Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	Μάρτυρας
1	34,0±3,8α(γ)	35,3±3,0α(β)*	40,1±9,1(α)*
2	31,3±5,6α(δ)	33,4±4,6α(γ)	33,9±4,3(γ)
3	39,3±8,5α(α)	37,4±8,1α(α)	38,9±7,2(β)
4	38,7±7,9α(α)	34,0±3,9β(γ)*	38,7±15,2(β)*
5	36,2±5,7α(β)	37,9±5,7α(α)*	31,0±4,4(δ)*

*Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εκτός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας γραμμής και μεταξύ 1^{ης}-2^{ης} κοπής με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εντός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Οι αστερίσκοι υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της 2^{ης} κοπής και του μάρτυρα.



Γράφημα 4. Γραφική απεικόνιση της διαμέτρου ροζέτας (cm) κατά την πρώτη εποχή Όσον αφορά τη διάμετρο ροζέτας των φυτών κατά την 1^η κοπή, τα φυτά με τη μεγαλύτερη διάμετρο ήταν αυτά των ομάδων 3 (34% αμμωνιακό N) και 4

(44%αμμωνιακό N), ακολουθούμενα από αυτά της 5^{ης} (54% αμμωνιακό N), 1^{ης} (14% αμμωνιακό N) και 2^{ης} ομάδας (24% αμμωνιακό N). Κατά τη 2^η κοπή τα φυτά της 5^{ης} (54% αμμωνιακό N) και 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) ομάδας έχουν τη μεγαλύτερη διάμετρο, ακολουθούν αυτά της 1^{ης} (14% αμμωνιακό N), 4^{ης} (44% αμμωνιακό N) και 2^{ης} ομάδας (24% αμμωνιακό N). Τέλος όσων αφορά τους μάρτυρες αυτοί της 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N) έχουν τη μεγαλύτερη διάμετρο ροζέτας, ακολουθούν τα φυτά της 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) και 4^{ης} (44% αμμωνιακό N), της 2^{ης} (24% αμμωνιακό N) και τέλος της 5^{ης} ομάδας (54% αμμωνιακό N).

Όσον αφορά τη διάμετρο της ροζέτας στα φυτά της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές με εξαίρεση την 4^η ομάδα όπου η διάμετρος ήταν μεγαλύτερη στα φυτά της 1^{ης} κοπής. Για τις ομάδες φυτών κατά τη 2^η κοπή και αυτές που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες παρατηρήθηκαν διαφορές στην 1^η, 4^η και 5^η ομάδα όπου στην 1^η και 4^η ομάδα η διάμετρος της ροζέτας των μαρτύρων ήταν μεγαλύτερη από αυτή των φυτών της 2^{ης} κοπής, ενώ στην 5^η ομάδα (54% N) η διάμετρος ήταν μεγαλύτερη στη 2^η κοπή.

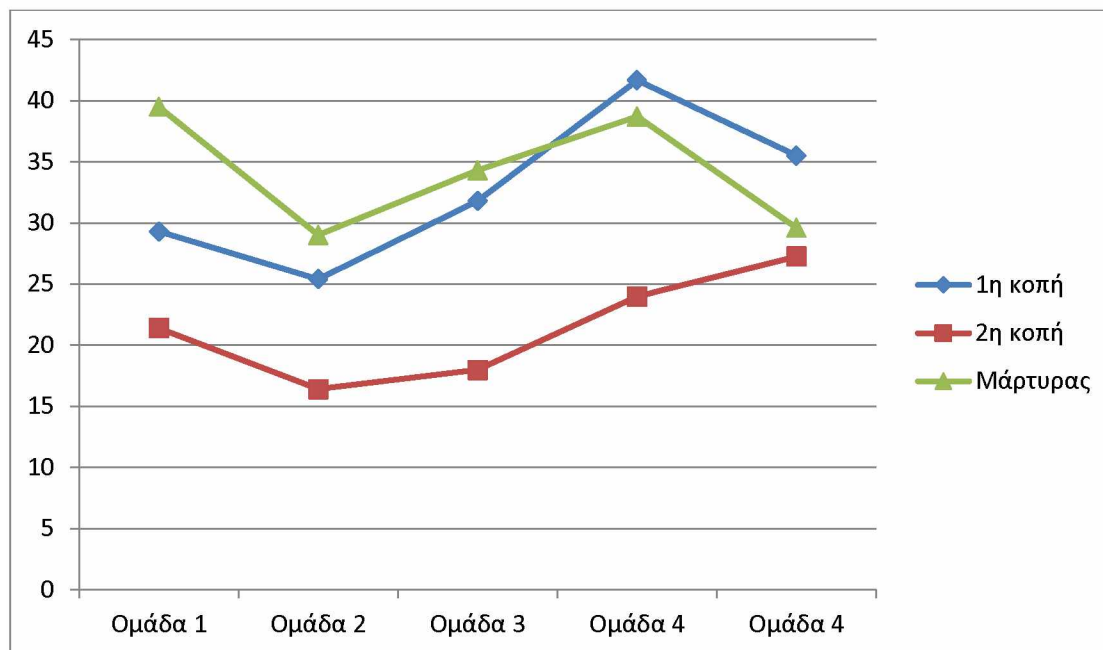
ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ (γρ.)

Πίνακας 5. Νωπό βάρος (γρ.) των φύλλων των φυτών κατά την πρώτη εποχή για την πρώτη και δεύτερη κοπή καθώς και του μάρτυρα

Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	Σύνολο	Μάρτυρας
1	29,3±6,4α(δ)	21,4±4,5β(γ)	50,7±5,1α(γ)	39,5±14,6β(α)
2	25,4±6,4α(ε)	16,4±3,9β(ε)	41,8±4,3α(δ)	29±4,1β(γ)
3	31,8±10,8α(γ)	18,0±5,4β(δ)	49,8±6,2α(γ)	34,3±6,4β(β)
4	41,7±14,7α(α)	24±6β(β)	65,5±8,1α(α)	38,7±22,6β(α)
5	35,5±9,1α(β)	27,2±8,4β(α)	62,7±8,8α(β)	30,0±7,4β(γ)

*Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εκτός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας γραμμής και μεταξύ της 1^{ης}-2^{ης} κοπής και Συνόλου και Μάρτυρα με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εντός παρένθεσης

υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$).



Γράφημα 5. Γραφική απεικόνιση του νωπού βάρους (gr) κατά την πρώτη εποχή

Όσον αφορά το νωπό βάρος, κατά την 1^η κοπή τη μεγαλύτερη τιμή την έχουν αυτά της 4^{ης} ομάδας (44% N), ακολουθούν αυτά της 5^{ης} (54% αμμωνιακό N), 3^{ης} (34% αμμωνιακό N), 1^{ης} (14% αμμωνιακό N) και τέλος της 2^{ης} (24% αμμωνιακό N). Κατά τη 2^η κοπή το μεγαλύτερο νωπό βάρος το έχουν τα φύλλα των φυτών της 5^{ης} ομάδας (54% αμμωνιακό N), ακολουθούν αυτά της 4^{ης} (44% αμμωνιακό N), 1^{ης} (14% αμμωνιακό N), 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) και 2^{ης} ομάδας (24% αμμωνιακό N). Ως προς το συνολικό βάρος των φύλλων, το μεγαλύτερο βάρος παρατηρήθηκε για την 4^η ομάδα (44% αμμωνιακό N), ακολουθούμενη από τις ομάδες 5, 1 και 3, και τέλος την ομάδα 2 που παρουσίασε το χαμηλότερο συνολικό βάρος. Όσον αφορά τους μάρτυρες το μεγαλύτερο νωπό βάρος το έχουν αυτά της 1^{ης} (14% αμμωνιακό N) και 4^{ης} (44% αμμωνιακό N) ομάδας, ακολούθησε η 3^η (34% αμμωνιακό N) ομάδα, ενώ τις χαμηλότερες τιμές εμφάνισαν οι ομάδες 5 (54% αμμωνιακό N) και 2 (24% αμμωνιακό N).

Όσον αφορά την 1^η και 2^η κοπή παρατηρείται ότι το νωπό βάρος των φύλλων των φυτών της 1^{ης} κοπής είναι μεγαλύτερο από το νωπό βάρος των φύλλων των φυτών της 2^{ης} κοπής σε όλες τις ομάδες φυτών. Για τις ομάδες φυτών κατά τη 1^η και 2^η κοπή

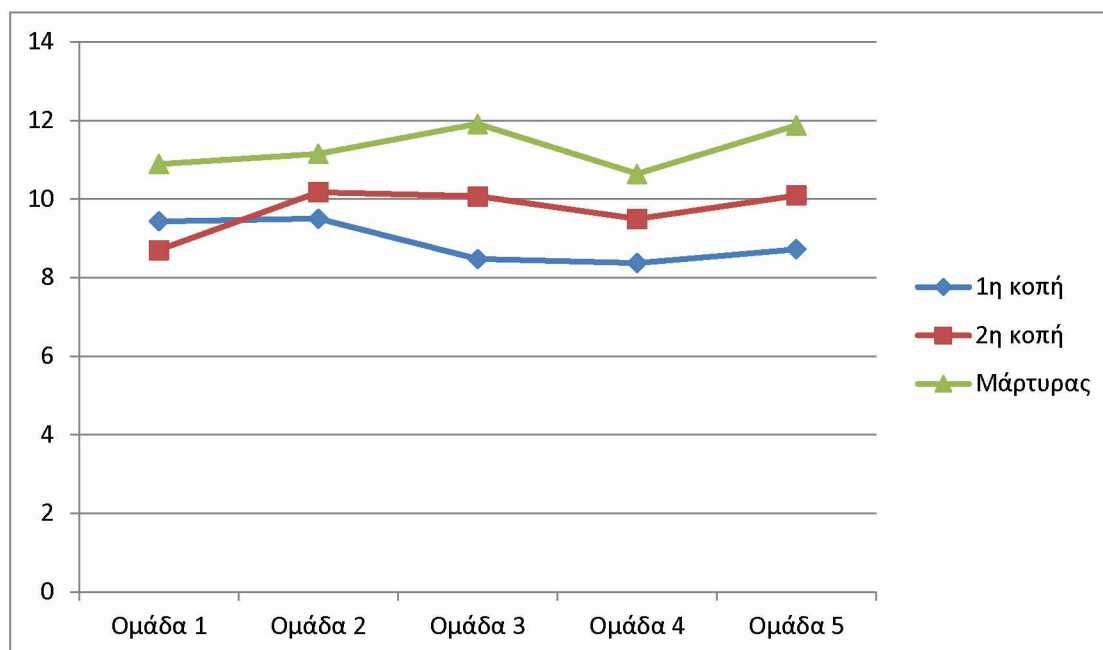
αθροιστικά και τις ομάδες που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες παρατηρείται ότι το νωπό βάρος των φύλλων είναι μεγαλύτερο κατά την 1^η και 2^η κοπή αθροιστικά σε σχέση με το νωπό βάρος των φύλλων των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες.

ΕΠΙ ΤΟΙΣ ΕΚΑΤΟ (%) ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ

Πίνακας 6. Επί τοις εκατό(%) ξηρά ουσία των φύλλων των φυτών κατά την πρώτη εποχή για την πρώτη και δεύτερη κοπή καθώς και του μάρτυρα

Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	Μάρτυρας
1	9,4±0,2α(α)	8,7±0,8β(γ)*	10,9±0,2(β)*
2	9,5±0,4β(α)	10,2±0,1α(α)*	11,1±0,2(β)*
3	8,5±0,4β(γ)	10,1±0,6α(α)*	11,9±0,5(α)*
4	8,4±1,8β(γ)	9,5±0,8α(β)*	10,6±1,3(γ)*
5	8,7±0,4β(β)	10,1±0,1α(α)*	11,8±0,2(α)*

*Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εκτός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας γραμμής και μεταξύ 1^{ης}-2^{ης} κοπής με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εντός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Οι αστερίσκοι υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της 2^{ης} κοπής και του μάρτυρα.



Γράφημα 6. Γραφική απεικόνιση της % ξηράς ουσίας κατά την πρώτη εποχή

Όσον αφορά την επί τοις εκατό (%) ξηρά ουσία των φύλλων των φυτών, κατά την πρώτη κοπή το μεγαλύτερο ποσοστό το έχουν αυτά της 2^{ης} (24% αμμωνιακό N) και 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N), ακολουθούν αυτά της 5^{ης} (54% αμμωνιακό N), ενώ οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα φυτά της 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) και 4^{ης} ομάδας (44% αμμωνιακό N). Κατά τη 2^η κοπή το μεγαλύτερο ποσοστό ξηράς ουσίας το έχουν αυτά της 2^{ης} (24% αμμωνιακό N), 5^{ης} (54% αμμωνιακό N) και 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) ομάδας, ακολουθούν αυτά της 4^{ης} (44% αμμωνιακό N) και τέλος της 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N). Οι μάρτυρες της 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) και 5^{ης} ομάδας (54% αμμωνιακό N) έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό ξηράς ουσίας, ακολουθούν αυτά της 2^{ης} (24% αμμωνιακό N) και 1^{ης} (14% αμμωνιακό N), ενώ τα μικρότερα ποσοστά παρατηρήθηκαν στα φυτά της 4^{ης} ομάδας (44% αμμωνιακό N).

Όσον αφορά τα φυτά της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής, η % ξηρά ουσία είναι μεγαλύτερη κατά τη 2^η κοπή σε όλες τις ομάδες των φυτών εκτός από την 1^η (14% N) ομάδα η οποία έχει μεγαλύτερη τιμή % ξηράς ουσίας στην 1^η κοπή. Για τις ομάδες φυτών κατά τη 2^η κοπή και αυτές που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες παρατηρείται ότι η % ξηρά ουσία των μαρτύρων είναι μεγαλύτερη από αυτή των φυτών της 2^{ης} κοπής σε όλες τις ομάδες.

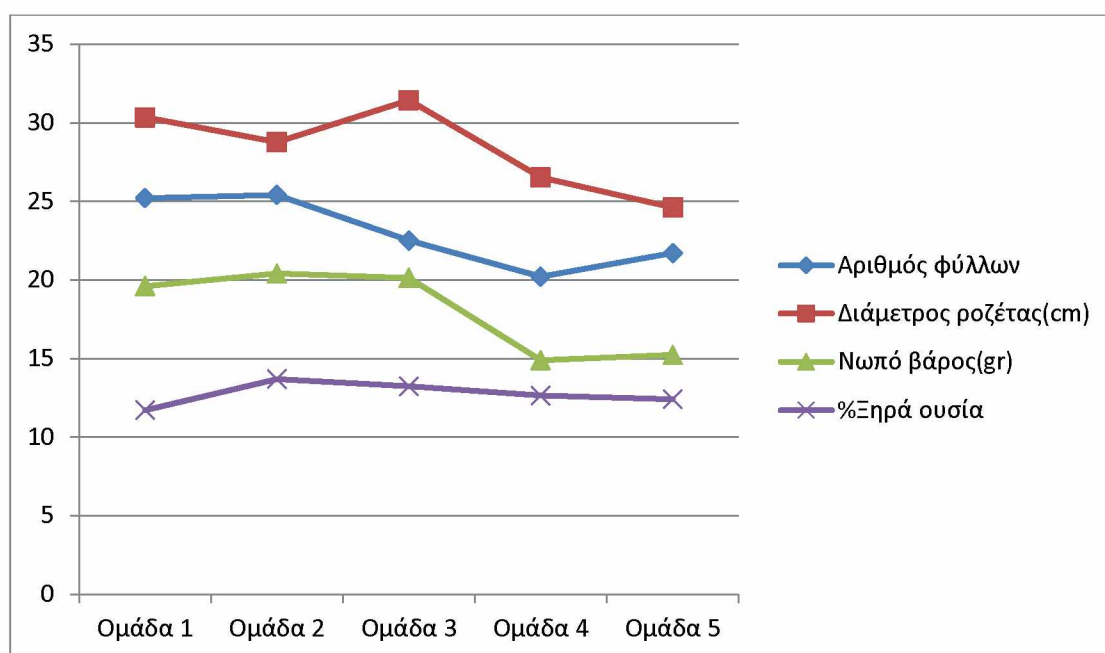
3.2.2 Αριθμός φύλλων, διάμετρος ροζέτας, νωπό και ξηρό βάρος φύλλων και ανθέων κατά τη δεύτερη εποχή

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν τον αριθμό φύλλων, τη διάμετρο ροζέτας καθώς και το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών κατά τη δεύτερη εποχή πρώτη κοπή.

Πίνακας 7. Αριθμός φύλλων, διάμετρος ροζέτας (εκ.), νωπό (γρ.) και ξηρό βάρος φύλλων (%) κατά τη δεύτερη εποχή

Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου	Αριθμός φύλλων	Διάμετρος ροζέτας(εκ.)	Νωπό βάρος (γρ.)	% Ξηρά ουσία
1	25,2±5,6α	30,3±5,9β	19,6±5,3β	11,7±1,3δ
2	25,4±4,2α	28,8±4,6γ	20,4±5,6α	13,7±0,4 ^a
3	22,5±4,8β	31,4±6,1α	20,1±3,0α	13,2±0,1β
4	20,2±3,7δ	26,5±5,5δ	14,9±3,7δ	12,6±0,3γ
5	21,7±2,7γ	24,6±2,5ε	15,2±3,3γ	12,4±0,7γ

*Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εκτός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$).



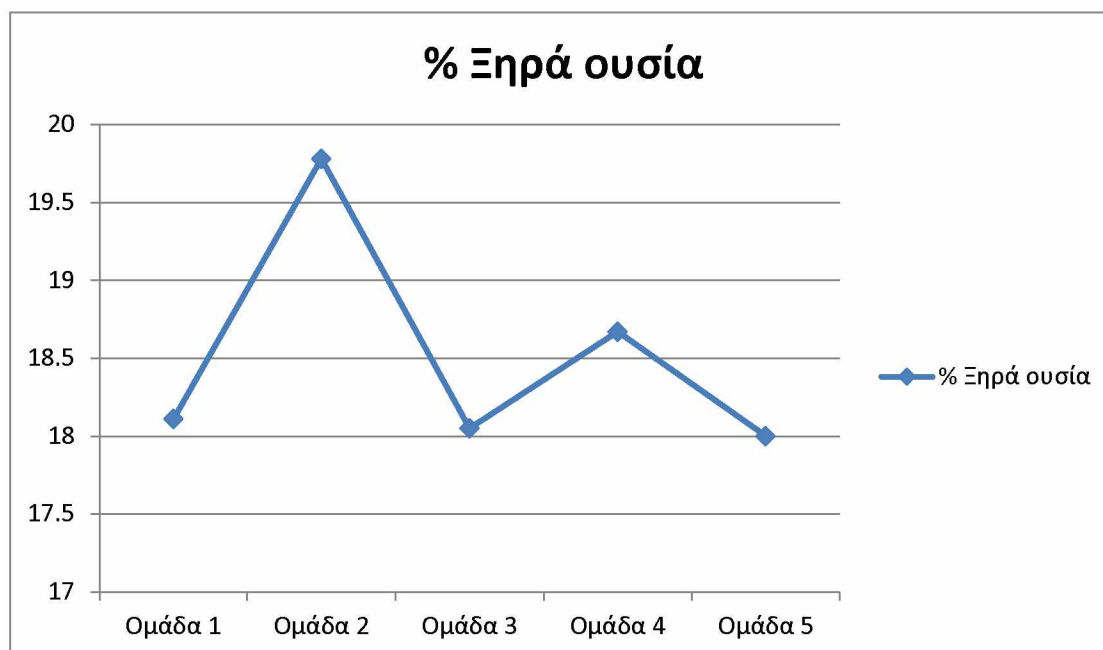
Γράφημα 7. Γραφική απεικόνιση του αριθμού φύλλων, της διαμέτρου ροζέτας (cm) , του νωπού βάρους (gr) και της % ξηράς ουσίας κατά την πρώτη εποχή

Κατά τη δεύτερη εποχή, όσον αφορά των αριθμό των φύλλων, τη μεγαλύτερη τιμή την είχαν τα φυτά της 2^{ης} (24% αμμωνιακό N) και της 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N), ακολουθούν αυτά της 3^{ης} (34% αμμωνιακό N), 5^{ης} (54% αμμωνιακό N) και τέλος τα φυτά της 4^{ης} ομάδας (44% αμμωνιακό N). Η διάμετρος της ροζέτας ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών της 3^{ης} ομάδας (34% αμμωνιακό N), ακολουθούν αυτά της 1^{ης} (14% αμμωνιακό N), 2^{ης} (24% αμμωνιακό N), 4^{ης} (44% αμμωνιακό N) και τέλος της 5^{ης} ομάδας (54% αμμωνιακό N). Το νωπό βάρος ήταν μεγαλύτερο στα φυτά της 2^{ης} (24% αμμωνιακό N) και 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) ομάδας, ακολούθησαν τα φυτά της 1^{ης} ομάδας (14% αμμωνιακό N), της 5^{ης} ομάδας (54% αμμωνιακό N), και τέλος τα φυτά της 4^{ης} ομάδας (44% αμμωνιακό N) όπου σημειώθηκαν οι χαμηλότερες τιμές. Η επί τοις εκατό ξηρά ουσία ήταν μεγαλύτερη στην 2^η ομάδα (24% αμμωνιακό N), ακολουθεί η 3^η (34% αμμωνιακό N), η 4^η (44% αμμωνιακό N) και 5^η (54% αμμωνιακό N) και τέλος η 1^η ομάδα (14% αμμωνιακό N) όπου σημειώθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές.

Ανθη

Πίνακας 8.Επί τοις εκατό(%) ξηρά ουσία των ανθέων της δεύτερης εποχής

Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου	% Ξηρά ουσία
1	18,1±0,5γ
2	19,8±0,6 ^α
3	18,0±0,7γ
4	18,7±0,8β
5	18,0±0,6γ



Γράφημα 8. Γραφική απεικόνιση της % ξηράς ουσίας των ανθέων

Όσον αφορά τα άνθη, η % ξηρά ουσία των 5 ομάδων των φυτών παρουσίασε σημαντικές διαφορές με τη μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στα άνθη των φυτών της 2^{ης} ομάδας (24% αμμωνιακό N) και ακολουθούν η 4^η (44% αμμωνιακό N), ενώ μεταξύ των φυτών της 1^{ης} (14% αμμωνιακό N), 3^{ης} (34% αμμωνιακό N) και 5^{ης} ομάδα (54% αμμωνιακό N) δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές.

3.3 Συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στα φυτικά διαλύματα

3.3.1 Συγκεντρώσεις K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe και NO_3^- καθώς και την ποσότητα του συνολικού αζώτου κατά την πρώτη εποχή και δεύτερη εποχή καλλιέργειας

Πίνακας 9. Συγκεντρώσεις K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe και NO₃⁻ καθώς και ποσότητα του συνολικού αζώτου κατά την πρώτη εποχή και δεύτερη εποχή καλλιέργειας (mg/g ξηρού βάρους).

	Επίπεδα αμμωνιακού αζώτου	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	NO ₃ ⁻	Συνολικό N
1^η εποχή/1^η κοπή	1	46,0α(α)	19,5α(α)	4,8α(α)	0,028α(α)	0,096αβ(β)	0,027γ(β)	6,75αβ(α)	26β(α)
	2	53,3α(α)	18,1α(α)	3,8α(α)	0,040α(α)	0,129α(β)	0,073βγ(β)	7,30αβ(α)	16γ(β)
	3	52,0α(α)	20,8α(α)	4,1α(α)	0,031α(α)	0,113αβ(β)	0,082βγ(β)	7,36αβ(α)	34α(α)
	4	46,0α(α)	14,8α(α)	3,7α(α)	0,033α(α)	0,087β(α)	0,096αβ(β)	9,04α(α)	32α(α)
	5	57,3α(α)	16,1α(α)	4,3α(α)	0,031α(α)	0,109αβ(α)	0,120α(α)	5,84β(β)	29β(α)
1 εποχή/2^η κοπή	1	46,7α(α)	17,4αβ(α)	3,8αβ(α)	0,030α(α)	0,124β(α)	0,100α(α)	7,86αβγ(α)	23β(α)
	2	44,0αβ(β)	19,6α(α)	3,6αβ(α)	0,031α(α)	0,149α(α)	0,110α(α)	6,94βγ(α)	30α(α)
	3	40,0αβ(β)	18,4αβ(α)	4,6α(α)	0,034α(α)	0,149α(α)	0,121α(α)	6,82γ(β)	32α(α)
	4	36,0β(β)	13,3β(α)	2,8β(β)	0,022β(β)	0,094γ(α)	0,113α(α)	8,68α(α)	25γ(β)
	5	44,7αβ(β)	15,5αβ(α)	3,7αβ(α)	0,031α(α)	0,128β(α)	0,110α(α)	8,30αβ(α)	29α(β)
2^η εποχή/1^η κοπή	1	28,0α*	38,5α*	4,8γ	0,021α*	0,078β*	0,078β*	7,37β	39α*
	2	27,0α*	41,7α*	5,0β*	0,019α*	0,088αβ*	0,088αβ*	6,95γ	34α*
	3	32,0α*	35,9αβ*	4,7β	0,022α*	0,092α*	0,092α*	7,73αβ	39α*
	4	25,0α*	27,2γ*	4,1γ	0,020α*	0,096α*	0,096 ^a	8,74α	40α*
	5	27,0α*	29,3βγ*	5,6α*	0,022α*	0,097α*	0,097α*	6,23β	38α*

Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εκτός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων του αμμωνιακού αζώτου της ίδιας κοπής και εποχής με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Τα διαφορετικά Ελληνικά γράμματα εντός παρένθεσης υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων ίδιου επιπέδου αμμωνιακού αζώτου για την 1^η και 2^η κοπή της 1^{ης} εποχής με βάση το κριτήριο του Tukey ($\alpha=0,05$). Οι διαφορές μεταξύ της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή υποδεικνύονται με το σύμβολο().

- Για το κάλιο (K) 1^η εποχή/1^η κοπή δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων παρουσιάζοντας τη μικρότερη τιμή τα φυτά της 4^{ης} (44% N) ομάδας. Στη 2^η κοπή/1^η εποχή η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσιάστηκε στην 1^η (14% N) ομάδα χωρίς ωστόσο να παρατηρούνται σημαντικές διαφορές με τις υπόλοιπες ομάδες, πλην της ομάδας 4 (44% N) που είχε τη χαμηλότερη συγκέντρωση. Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής, προκύπτει ότι σε όλες τις ομάδες η συγκέντρωση του K ήταν μεγαλύτερη στην 1^η κοπή. Τέλος, από τη σύγκριση της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή, προκύπτει ότι για όλες τις ομάδες η μεγαλύτερη συγκέντρωση K παρατηρήθηκε στην 1^η εποχή.
- Για το ασβέστιο (Ca) 1^η εποχή/1^η κοπή τη μεγαλύτερη συγκέντρωση την είχαν τα φύλλα της 3^{ης} (34% N) ομάδας χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές με τις υπόλοιπες ομάδες. Στη 2^η κοπή/1^η εποχή δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, πλην της ομάδας 4 (44% N) που είχε τη χαμηλότερη συγκέντρωση σε σχέση με την ομάδα 2. Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής, προκύπτει ότι σε όλες τις ομάδες η συγκέντρωση του Ca ήταν μεγαλύτερη στην 1^η κοπή χωρίς ωστόσο να παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Τέλος, από τη σύγκριση της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή, προκύπτει ότι για όλες τις ομάδες η μεγαλύτερη συγκέντρωση Ca παρατηρήθηκε στη 2^η εποχή.
- Για το μαγνήσιο (Mg) 1^η εποχή/1^η κοπή δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Στη 2^η κοπή/1^η εποχή δεν παρατηρούνται σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, πλην της ομάδας 4 (44% N) που είχε τη χαμηλότερη συγκέντρωση σε σχέση με την ομάδα 3. Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής, προκύπτει ότι σε όλες τις ομάδες η συγκέντρωση του Mg ήταν μεγαλύτερη στην 1^η κοπή με τη μόνη σημαντική διαφορά να παρατηρείται στην ομάδα 4. Τέλος, από τη σύγκριση της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή, προκύπτει ότι σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο στις περιπτώσεις των ομάδων 2 και 5 όπου στη 2^η εποχή είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση Mg.
- Για το ψευδάργυρο (Zn) παρατηρήθηκαν παρόμοια αποτελέσματα με αυτά του Mg για τις συγκρίσεις των ομάδων της 1^{ης} εποχή/1^{ης} κοπής, των ομάδων

της 2^{ης} κοπής/1^{ης} εποχής, καθώς και στη σύγκριση μεταξύ της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής για την 1^η εποχή. Τέλος, από τη σύγκριση της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή, προκύπτει ότι σε όλες τις ομάδες η μεγαλύτερη συγκέντρωση Zn παρατηρήθηκε στην 1^η εποχή.

- Για το μαγγάνιο (Mn) τη μεγαλύτερη συγκέντρωση την είχαν τα φύλλα της 2^{ης} (24% N) ομάδας χωρίς να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τις υπόλοιπες ομάδες πλην της 4^{ης} (44% N) ομάδας που είχε και τη μικρότερη τιμή. Ομοίως στη 2^η κοπή/1^η εποχή η 4^η ομάδα εμφάνισε τη χαμηλότερη τιμή διαφέροντας σημαντικά από τις υπόλοιπες, ενώ η 2^η και 3^η ομάδα είχαν τις στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερες τιμές. Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής, προκύπτει ότι μόνο στις 3 πρώτες ομάδες παρατηρήθηκε σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση Mn στη 2^η κοπή. Τέλος, από τη σύγκριση της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή, προκύπτει ότι με εξαίρεση την 4^η ομάδα, η μεγαλύτερη συγκέντρωση Mn παρατηρήθηκε στην 1^η εποχή.
- Για το σίδηρο (Fe) και την 1^η εποχή/1^η κοπή παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, με τη μεγαλύτερη τιμή να εμφανίζεται στην 5^η ομάδα και τη μικρότερη στην 1^η ομάδα. Στη 2^η κοπή/1^η εποχή δεν παρατηρούνται σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής για την 1^η εποχή, προκύπτει ότι σε όλες τις ομάδες η συγκέντρωση του Fe ήταν μεγαλύτερη στη 2^η κοπή, με εξαίρεση την 5^η ομάδα όπου δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές. Τέλος, από τη σύγκριση της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή, προκύπτει ότι για τις ομάδες 1-3 η μεγαλύτερη συγκέντρωση Fe παρατηρήθηκε στην 2^η εποχή, ενώ για την 5^η ομάδα είχαμε αντίθετα αποτελέσματα. Για την 4^η ομάδα δεν είχαμε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 εποχών.
- Για τα νιτρικά (NO₃⁻) και την 1^η εποχή/1^η κοπή η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην 4^η ομάδα, διαφέροντας ωστόσο σημαντικά μόνο από τα φυτά της 5^{ης} (54% N) ομάδας. Αντίστοιχα, στη 2^η κοπή/1^η εποχή οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν και πάλι στην 4^η ομάδα η οποία διέφερε σημαντικά τόσο με τη 2^η όσο και με την 3^η ομάδα. Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων της 1^{ης} και 2^{ης} κοπής, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές με εξαίρεση την 3^η και την 5^η ομάδα όπου παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση νιτρικών στην

π1η και 2^η κοπή, αντίστοιχα. Τέλος, από τη σύγκριση της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

- Για το συνολικό άζωτο (N) και τη 1^η εποχή/1^η κοπή, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στις ομάδες 3 και 4, ενώ η χαμηλότερη στην ομάδα 2. Αντίστοιχα, στη 2^η κοπή/1^η εποχή οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στις ομάδες 2, 3 και 5, χωρίς να παρατηρούνται σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ η στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στην ομάδα 5. Τέλος, από τη σύγκριση της 1^{ης} και 2^{ης} εποχής για την 1^η κοπή, προκύπτει ότι για όλες τις ομάδες η μεγαλύτερη συγκέντρωση N παρατηρήθηκε στην 2^η εποχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης σε σύγκριση με αποτελέσματα από άλλες μελέτες της βιβλιογραφίας. Η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε με την επίδραση που έχει η αζωτούχος λίπανση με την εφαρμογή 5 διαφορετικών συγκεντρώσεων αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα, πάνω στην ανάπτυξη του σταμναγκαθίου (*Cichorium spinosum*) όσον αφορά το δείκτη SPAD, το νωπό και ξηρό βάρος, των αριθμό φύλλων των φυτών και τη διάμετρο τους καθώς και τη συγκέντρωση διαφόρων θρεπτικών συστατικών στα φύλλα. Η αναλογία αμμωνιακού και νιτρικού N στο διάλυμα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του φυτού όπως έχει αποδειχθεί καθώς επηρεάζει την ανάπτυξη του και τη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα του. Σημαντικό ρόλο έχουν και οι διαφορετικές κοπές που πραγματοποιούνται καθώς και η εποχή καλλιέργειας αφού οι υψηλότερες θερμοκρασίες της ανοιξιάτικης καλλιέργειας (2^η εποχής) επιταχύνουν την πρόσληψη αζωτούχων λιπασμάτων. Αυτό ανάλογα το προς μέτρηση χαρακτηριστικό έχει θετικά και άλλοτε αρνητικά αποτελέσματα. Παρόμοιες μελέτες δεν έχουν διεξαχθεί προς το παρόν σε σχέση με το σταμναγκάθι οπότε θα γίνει προσπάθεια σύγκρισης με παρόμοιες μελέτες σε λαχανοκομικά είδη.

Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση τόσο της εποχής καλλιέργειας όσο και της συγκέντρωσης του αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα πάνω στην περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο έπαιξε και ο χρόνος κοπής των φύλλων καθώς παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών της 1ης και 2ης κοπής αλλά και μεταξύ των φυτών της 2ης κοπής και αυτών που δεν είχε προηγηθεί καμία κοπή. Σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι οι μέτριες προς χαμηλές και οι υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου (στην 1η εποχή) αυξάνουν την ποσότητα της χλωροφύλλης στα φυτά στα οποία στα οποία πραγματοποιούνται πολλαπλές κοπές, ενώ στα φυτά που συγκομίζονται μια φορά τα καλύτερα αποτελέσματα τα έδωσε οι χαμηλές συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου. Επίσης με την αύξηση του αμμωνιακού αζώτου παρατηρείται αύξηση της χλωροφύλλης από τη 1η στη 2η κοπή, ενώ σημαντική αύξηση παρατηρείται στα φυτά που συγκομίζονται άπαξ σε σχέση με αυτά που συγκομίζονται 2 φορές. Σύμφωνα με την Τσαμαίδη (2014), σε πειράματα με φυτά

άνηθου η χλωροφύλλη αυξάνονταν από το μάρτυρα μέχρι τα 150 ppm N χωρίς περαιτέρω αύξηση, αποτέλεσμα που έρχεται σε αντιπαράθεση με την παρούσα μελέτη και τα αποτελέσματα της 1^{ης} εποχής, όπου παρατηρούνται αρκετά υψηλές τιμές εκτός από τη μέση συγκέντρωση αζώτου (N) και στην μεγαλύτερη. Ωστόσο, η συγκεκριμένη τάση παρατηρήθηκε μόνο στα φυτά που επαναλήφθηκαν επαναλαμβανόμενες κοπές και όχι στα φυτά που έγινε μόνο μια κοπή όπου παρατηρήθηκαν ίδια αποτελέσματα με την προηγούμενη μελέτη. Τέλος, για το σταμναγκάθι η μελέτη της Καραμαλάκη (2015) έδειξε ότι η μεγαλύτερη τιμή χλωροφύλλης στα φύλλα σημειώθηκε για άζωτο (N) ίσο με 50 ppm, που συμφωνεί με τα αποτελέσματα της μελέτης μας για τα φυτά όπου πραγματοποιήθηκε μόνο μια κοπή, ανεξαρτήτως εποχής σποράς.

Ο αριθμός των φύλλων των φυτών σταμναγκαθίου επηρεάστηκε σημαντικά τόσο από την εποχή καλλιέργειας, όσο και από τη συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα και τον αριθμό των συγκομιδών. Κατά την πρώτη εποχή, χειμερινή καλλιέργεια, ο αριθμός των φύλλων είναι μεγαλύτερος κατά την 1^η κοπή σε σχέση με τη 2^η κοπή και σε σύνολο ο αριθμός των φύλλων είναι μεγαλύτερος από αυτόν που παρουσιάζει ο μάρτυρας. Για τις δύο κοπές παρατηρείται ότι ο αριθμός των φύλλων ευνοείται από το χαμηλό καθώς και από το μέτριο προς υψηλό ποσοστό N με τη μεγαλύτερη τιμή να δίνεται στο χαμηλότερο ποσοστό N. Για τα φυτά που συγκομίστηκαν μία φορά παρατηρείται ότι ευνοϊκότερο είναι το χαμηλό προς μέτριο ποσοστό N. Παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά τις συγκομιδές είχε και η μελέτη των Petropoulos et al. το 2017 για το σταμναγκάθι που έδειξε ότι οι επαναλαμβανόμενες κοπές αυξάνουν τον αριθμό των φύλλων των φυτών σε σχέση με αυτόν, των φυτών που συγκομίστηκαν μία φορά. Ο αριθμός φύλλων ήταν χαμηλότερος τη 2^η εποχή συγκομιδής σε σχέση με την 1^η με τις υψηλότερες τιμές να παρουσιάζονται στα χαμηλά ποσοστά N. Για τη χειμερινή καλλιέργεια, αντίθετα ήταν τα αποτελέσματα που εμφάνισε η μελέτη της Τσαμαίδη (2014) στην καλλιέργεια άνηθου. Ο αριθμός φύλλων στη συγκεκριμένη καλλιέργεια αυξήθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στη λίπανση, ενώ το ίδιο έδειξε και η έρευνα της Καραμαλάκη (2015) στο σταμναγκάθι με το μέγιστο αριθμό των φύλλων να εμφανίζεται στα φυτά που ποτίζονταν με 150 ppm αζώτου (N).

Η διάμετρος της ροζέτας των φυτών επηρεάζεται από τη συγκέντρωση του αμμωνιακού N καθώς και από το χρόνο κοπής και την εποχή καλλιέργειας. Επίσης

υπάρχουν διαφορές και όσον αφορά την 1^η και τη 2^η κοπή αλλά και μεταξύ αυτών και των κλωνοποιημένων των φυτών που κόπηκαν μία φορά. Κατά την 1^η και 2^η κοπή ευνοϊκότερο αποδεικνύεται το μέτριο προς υψηλό ποσοστό N με τη διαφορά ότι στη 2^η κοπή το 44% N έχει χαμηλή τιμή. Όσον αφορά τα φυτά που συγκομίστηκαν μία φορά κατά τη διάρκεια της 1^{ης} εποχής, μεγαλύτερη διάμετρος παρουσιάζεται στο χαμηλό ποσοστό N ενώ το μέτριο προς υψηλό ποσοστό δίνει τη χαμηλότερη διάμετρο. Η Καραμαλάκη (2015) έδειξε σε έρευνα της για το σταμναγκάθι ότι αυξάνεται η διάμετρος των φύλλων των φυτών με την αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου με τις μέγιστες τιμές να παρατηρούνται όταν το άζωτο (N) είναι 150 ppm. Από τα φυτά του μάρτυρα, η πρώτη ομάδα έδωσε τη μεγαλύτερη διάμετρο στο χαμηλότερο ποσοστό N αλλά και τη χαμηλότερη τιμή στο υψηλότερο ποσοστό N σε σχέση και με τις τιμές των φυτών των 2 κοπών. Όσον αφορά τις δύο κοπές, υψηλότερες είναι οι τιμές της 1^{ης} κοπής για μέτριο ποσοστό N. Κατά την 1^η κοπή, μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται στην 1^η εποχή σε σχέση με τη 2^η εποχή καλλιέργειας.

Όσον αφορά το νωπό βάρος στην πρώτη εποχή, χειμερινή καλλιέργεια, τα φυτά της 1^{ης} κοπής είχαν μεγαλύτερες τιμές από τα φυτά της 2^{ης} κοπής και σε σύνολο οι τιμές των δύο κοπών ήταν μεγαλύτερες από τις τιμές των μαρτύρων. Επιπλέον παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες τιμές νωπού βάρους για τα φυτά που εφαρμόστηκαν θρεπτικά διαλύματα με υψηλότερες συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα. Ωστόσο, στα φυτά που δεν εφαρμόστηκαν ενδιάμεσες κοπές το υψηλότερο νωπό βάρος παρατηρήθηκε τόσο στις χαμηλές όσο και στις υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου. Οι Petropoulos et al το 2017 απέδειξαν ότι στο σταμναγκάθι οι περισσότερες κοπές αυξάνουν το συνολικό νωπό βάρος, όπως παρατηρήσαμε και στη συγκεκριμένη μελέτη. Επιπλέον στην ίδια μελέτη των Petropoulos et al. (2017) η ανοιξιάτικη καλλιέργεια του σταμναγκαθίου παρουσίασε χαμηλότερες τιμές νωπού βάρους από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια, κάτι που παρατηρήθηκε και στη συγκεκριμένη εργασία. Στην έρευνα της Τσαμαίδη (2014) με φυτά άνηθου αποδείχθηκε ότι όσο αυξάνεται το άζωτο (N) αυξάνεται και το νωπό βάρος των φύλλων στη φθινοπωρινή καλλιέργεια φτάνοντας το μέγιστο όταν το άζωτο ήταν 150 ppm. Για τιμές αζώτου μεγαλύτερες δεν επηρεάζεται το νωπό βάρος. Στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια το νωπό βάρος αυξάνεται μέχρι την αύξηση του αζώτου (N) στα 300 ppm για τον πρώτο χρόνο και μέχρι τα 450 ppm για το δεύτερο χρόνο.

Ωστόσο, οι όποιες διαφορές των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας με τη συγκεκριμένη μελέτη πιθανόν να οφείλονται στη διαφορετική συμπεριφορά που μπορούν να έχουν τα συγκεκριμένα είδη, καθώς και στο γεγονός ότι στην παρούσα εργασία η ποσότητα του χορηγούμενου αζώτου ήταν η ίδια για όλες τις μεταχειρίσεις και άλλαζε μόνο η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα.

Για την % ξηρά ουσία την πρώτη εποχή, χειμερινή καλλιέργεια, η 2^η κοπή είχε μεγαλύτερες τιμές από την 1^η κοπή (με εξαίρεση την 1^η ομάδα) και ο μάρτυρας είχε μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τα φυτά που εφαρμόστηκαν δύο κοπές. Χαμηλές προς μέσες τιμές συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα οδήγησαν σε αύξηση της ξηράς ουσίας. Παρομοίως, η μελέτη του Πεπονάκη (2005) στο μαρούλι έδειξε ότι όσο αυξάνεται η αζωτούχος λίπανση τόσο μειώνεται το ξηρό βάρος και στις δύο εποχές ανάπτυξης. Αντίστοιχα, η Τσαμαίδη (2014) στον άνηθο έδειξε ότι η % ξηρά ουσία για το πρώτο έτος φτάνει στο μέγιστο όταν το άζωτο είναι στα 150-300 ppm και για το δεύτερο έτος όταν φτάνει στα 450 ppm.

Όσον αφορά τη συγκέντρωση των θρεπτικών συστατικών στα φύλλα μετά από εφαρμογή θρεπτικού διαλύματος με διαφορετικές συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για τα περισσότερα θρεπτικά τόσο μεταξύ των φύλλων που κόπηκαν την ίδια χρονική περίοδο, όσο και μεταξύ των φύλλων διαφορετικών κοπών κατά την πρώτη εποχή καλλιέργειας αλλά και μεταξύ των διαφορετικών εποχών.

Η συγκέντρωση καλίου στα φύλλα επηρεάζεται από τη συγκέντρωση N στο θρεπτικό διάλυμα καθώς και από τις διαφορετικές κοπές αλλά και από τις διαφορετικές εποχές καλλιέργειας. Κατά την 1^η εποχή, στην 1^η κοπή η μεγαλύτερη συγκέντρωση K παρατηρείται στο υψηλό ποσοστό N με μεγάλη τιμή να σημειώνεται και στα μέτρια ποσοστά. Αντιθέτως στη 2^η κοπή παρατηρείται η μεγαλύτερη τιμή στο χαμηλό ποσοστό N με μεγάλη τιμή και στο υψηλό ποσοστό. Σε γενικές γραμμές μεγαλύτερες συγκεντρώσεις K στα φύλλα είχαν τα φυτά της 1^{ης} κοπής σε σχέση με τη 2^η κοπή αλλά και σε σχέση με τις εποχές οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στην 1^η εποχή με τις τιμές κατά τη 2^η εποχή να φτάνουν σε κάποιες περιπτώσεις στο μισό της 1^{ης}. Σύμφωνα με την έρευνα της Καραμαλάκη (2015) η μεγαλύτερη συγκέντρωση K ήταν βρέθηκε στα φυτά που ποτίζονταν με άζωτο(N) 300 ppm και μετά με 50 ppm. Για τη γαλατσίδα, την αδραλίδα και το πετειναράκι το N σε συγκεντρώσεις ίσες με 50

ppm δίνει τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις K στα φύλλα. Σύμφωνα με τους Chatzigianni et al το 2017 η αύξηση του αμμωνίου στο συνολικό N αυξάνει και τη συγκέντρωση K στα φύλλα.

Όσον αφορά τη συγκέντρωση Ca στα φύλλα για την 1^η εποχή και στις 2 κοπές που πραγματοποιήθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται σε ποσοστό N από μέτριο προς χαμηλό. Παρόμοιο αποτέλεσμα είχε η έρευνα των Chatzigianni et al το 2017 που απέδειξαν ότι όσο αυξάνεται το ποσοστό αμμωνίου στο συνολικό N μειώνεται η συγκέντρωση του Ca. Μειώνοντας το συνολικό N, το Ca έμεινε ανεπηρέαστο. Οι τιμές της 1^{ης} κοπής είναι μεγαλύτερες από αυτές της 2^{ης} κοπής εκτός από τα φυτά που ποτίζονταν με ποσοστό 24% N. Για τις δύο εποχές καλλιέργειας παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις του Ca στα φύλλα σταμναγκαθίου είναι μεγαλύτερες κατά τη 2^η εποχή σε σχέση με την 1^η κοπή της 2^{ης} εποχής.

Το Mg παρατηρήθηκε ότι επηρεάζεται από τα ποσοστά αμμωνιακού N καθώς και από το χρόνο συγκομιδής αλλά και από την εποχή καλλιέργειας των φυτών. Αρχικά, για την 1^η εποχή στην 1^η κοπή παρατηρείται ότι το χαμηλότερο και το υψηλότερο ποσοστό N δίνουν μεγάλες συγκεντρώσεις Mg στα φύλλα. Για τη 2^η κοπή υψηλές τιμές δίνει το μέτριο και χαμηλό N με το υψηλότερο να δίνει και αυτό μεγάλες τιμές. Με τα προηγούμενα συμφωνεί και η έρευνα των Chatzigianni et al το 2017 αποδεικνύοντας ότι το υψηλό ποσοστό αμμωνιακού αζώτου στο συνολικό N δίνει υψηλές συγκεντρώσεις Mg στα φύλλα σταμναγκαθίου, όσο μειώνεται όμως το ποσοστό αυτό το Mg δεν επηρεάζεται. Σε σύγκριση των δύο κοπών της 1^{ης} εποχής το αποτέλεσμα είναι ότι στην 1^η κοπή οι συγκεντρώσεις Mg είναι μεγαλύτερες από τη 2^η κοπή εκτός από το 34% N. Η 2^η εποχή έχει εμφανώς μεγαλύτερες τιμές από την 1^η εποχή. Αντίστοιχα για το Mg σύμφωνα με τη μελέτη της Καραμαλάκη το 2015 η μεγαλύτερη συγκέντρωση στα φύλλα παρατηρήθηκε στα 300 ppm N.

Όσον αφορά το Zn, είναι ιχνοστοιχείο και όπως συμβαίνει και στην παρούσα μελέτη οι συγκεντρώσεις του στα φύλλα είναι χαμηλές. Παρουσιάζει παραλλακτικότητα σε σχέση με τα διαφορετικά ποσοστά N αλλά και σε σχέση με την κοπή και με την εποχή καλλιέργειας. Για την 1^η εποχή, στην 1^η κοπή η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται σε μέτριο ποσοστό N και συγκεκριμένα για N 24% προς υψηλό. Για τη 2^η κοπή το 34% προς χαμηλό N δίνει τη μεγαλύτερη τιμή παρατηρώντας ότι και το υψηλότερο ποσοστό δίνει μεγάλη τιμή. Στη μελέτη των Chatzigianni et al

παρατηρείται ότι το συνολικό άζωτο στο θρεπτικό διάλυμα και οι συγκεντρώσεις του Zn στα φύλλα είναι αντιστρόφως ανάλογα. Για χαμηλό συνολικό N, ο Zn έχει υψηλές συγκεντρώσεις ενώ για υψηλό έχει χαμηλές. Για όλα τα ποσοστά N η 1^η κοπή δίνει μεγαλύτερες τιμές από τη 2^η κοπή αλλά και η κοπή της 1^{ης} εποχής έχει μεγαλύτερες τιμές από τη 2^η εποχή. Η Καραμαλάκη το 2015 έδειξε ότι για το Zn η μεγαλύτερη τιμή μετρήθηκε στα 50 ppm αζώτου.

Το Mn, κατά την 1^η εποχή καλλιέργειας, στην 1^η και 2^η κοπή παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις σε μέτριο ποσοστό N. Στην 1^η κοπή μεγάλη τιμή έχει και στο υψηλό ποσοστό N ενώ στη 2^η στα χαμηλότερα. Οι τιμές της 2^{ης} κοπής είναι μεγαλύτερες από αυτές της 1^{ης} όσον αφορά την 1^η εποχή. Για τις 1^{ες} κοπές των δύο εποχών παρατηρείται ότι η 1^η έχει μεγαλύτερες τιμές από τη 2^η εκτός από το μέτριο ποσοστό N (44%). Στη μελέτη της Καραμαλάκη το 2015, η εφαρμογή 50 ppm αζώτου έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη τιμή Mn στα φύλλα του σταμναγκαθιού. Το Mn στη μελέτη των Chatzigianni et al το 2017 έχει μεγάλη τιμή στο χαμηλό συνολικό N και αυξάνεται η συγκεντρώσή του καθώς αυξάνεται το ποσοστό αμμωνιακού αζώτου στο συνολικό N. Για υψηλό συνολικό N, το Mn δεν επηρεάζεται.

Για την 1^η εποχή, κατά την 1^η κοπή, οι συγκεντρώσεις του Fe αυξάνονται με την αύξηση του ποσοστού του N στο θρεπτικό διάλυμα. Κατά τη 2^η κοπή η μεγαλύτερη τιμή Fe παρατηρείται σε μέτριο ποσοστό N. Σε σύγκριση των δύο κοπών της 1^{ης} εποχής, τις μεγαλύτερες τιμές τις έχει η 1^η κοπή εκτός από την ομάδα που ποτίζονταν με θρεπτικό διάλυμα με ποσοστό N 54%. Για τις 1^{ες} κοπές των δύο εποχών παρατηρείται ότι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Fe υπάρχουν στις μετρήσεις της 1^{ης} εποχής με εξαίρεση το 54% N που εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή κατά τη 2^η εποχή. Τα 50 ppm αζώτου έδωσαν την υψηλότερη τιμή Fe με μικρή διαφορά από την τιμή που έχουν τα 300 ppm αζώτου (Καραμαλάκη, 2015). Οι Chatzigianni et al το 2017 απέδειξαν ότι ο Fe δεν επηρεάζεται από το ποσοστό συνολικού N αλλά ούτε και από την πηγή του εφαρμοζόμενου αζώτου.

Για τα νιτρικά (NO₃⁻) η παρούσα μελέτη έδειξε ότι όσο αυξάνεται το ποσοστό αμμωνιακού αζώτου στο διάλυμα ποτίσματος, για την 1^η κοπή της 1^{ης} εποχής, μέχρι το 44% αυξάνεται και η τιμή των νιτρικών με το υψηλότερο ποσοστό N να εμφανίζει τη χαμηλότερη τιμή. Εν συνεχεία, για τη 2^η κοπή, το υψηλό ποσοστό N δίνει την μεγαλύτερη τιμή νιτρικών. Στα μέτρια ποσοστά N η 1^η κοπή έχει μεγαλύτερες τιμές

ενώ για τα ακραία, χαμηλό και ψηλό, η 2^η κοπή παρουσιάζει υψηλότερες συγκεντρώσεις. Για τις ακραίες μετρήσεις και τη μέτρηση με ποσοστό N 34% η 2^η εποχή έχει μεγαλύτερες τιμές, ενώ στις ενδιάμεσες τις μικρότερες. Στη μελέτη της Καραμαλάκη (2015) για το σταμναγκάθι η μέγιστη τιμή νιτρικών παρατηρήθηκε στα 300 ppm αζώτου, ενώ σε αντίστοιχες μελέτες της Τσαμαίδη (2014) για τον άνηθο αλλά και του Πεπονάκη (2005) για το μαρούλι οι μεγαλύτερες τιμές νιτρικών παρουσιάστηκαν την άνοιξη σε σχέση με τη φθινοπωρινή καλλιέργεια. Οι Chatzigianni et al το 2017 έδειξαν ότι με την αύξηση του N στο διάλυμα αυξάνονται και τα νιτρικά, όταν όμως αυξάνεται η συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου στο συνολικό N, μειώνονται τα νιτρικά. Οι διαφορές των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας με τη συγκεκριμένη μελέτη πιθανόν να οφείλονται στη διαφορετική συμπεριφορά που μπορούν να έχουν τα συγκεκριμένα είδη, καθώς και στο γεγονός ότι στην παρούσα εργασία η ποσότητα του χορηγούμενου αζώτου ήταν η ίδια για όλες τις μεταχειρίσεις και άλλαζε μόνο η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα.

Για το συνολικό N στα φύλλα των φυτών παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στην 1^η εποχή και για τις δυο κοπές. Συγκεκριμένα, στην πρώτη κοπή οι μεγαλύτερες τιμές N δίνονται για ποσοστό N στο θρεπτικό διάλυμα από μέτριο προς υψηλό με μέγιστο το 34%. Για τη 2^η κοπή το μέτριο ποσοστό N και το υψηλό αποδείχθηκαν ευεργετικά. Η 1^η κοπή παρουσιάζει κατά το πλείστον υψηλότερες τιμές από τη 2^η κοπή. Σε σύγκριση των δύο εποχών, μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στη 2^η εποχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης.

Αρχικά είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι επεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκαν για το παρόν πείραμα είχαν μέγιστο ποσοστό αμμωνιακού αζώτου το 54% κάτι το οποίο δεν επέφερε αρνητικά αποτελέσματα στα φυτά ούτε δείγματα τοξικότητας. Σε περαιτέρω μελέτες θα ήταν χρήσιμο να διευρυνθεί το μέγιστο ποσοστό αμμωνιακού αζώτου που είναι χρήσιμο για το σταμναγκάθι.

Θα παρουσιαστούν, για κάθε χαρακτηριστικό που μετρήθηκε, ποια είναι η καλύτερη εποχή καλλιέργειας του φυτού, ποιο το στάδιο συγκομιδής καθώς και ποιο ποσοστό αμμωνιακού N φέρει τις μεγαλύτερες τιμές.

Το υψηλό ποσοστό αμμωνιακού αζώτου καθώς και το μέτριο προς χαμηλό κατά την 1^η εποχή και στις δύο κοπές που πραγματοποιήθηκαν φαίνεται να επιδρά θετικά στη συγκέντρωση χλωροφύλλης, με τη 2^η κοπή να έχει μεγαλύτερες τιμές από την 1^η. Όταν πραγματοποιείται μία κοπή, η οποία προτείνεται λόγω των μεγαλύτερων τιμών που έχει σε σχέση με τις δύο κοπές, ευνοϊκότερο είναι το χαμηλό ποσοστό N. Η 1^η κοπή της 2^{ης} εποχής είχε μεγαλύτερες τιμές από αυτές της 1^{ης} εποχής. Συμπερασματικά, η χειμερινή καλλιέργεια, με μία κοπή και χαμηλό N είναι η πιο αποτελεσματική όσον αφορά τη συγκέντρωση χλωροφύλλης.

Ο αριθμός των φύλλων είναι ένα κύριο χαρακτηριστικό που ενδιαφέρει τους παραγωγούς του σταμναγκαθιού και των φυλλωδών λαχανικών γενικότερα. Το χαμηλό ποσοστό N είχε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων στις 2 κοπές της 1^{ης} εποχής με την 1^η να έχει το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων σε σχέση με τη 2^η και σαν συνολικές τιμές οι κοπές να έχουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με το μάρτυρα. Η 2^η εποχή είχε χαμηλότερες τιμές σε σχέση με την 1^η. Με βάση τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης προτείνεται φθινοπωρινή καλλιέργεια με πάνω από μία κοπή και χαμηλό ποσοστό N, καθώς στην εαρινή καλλιέργεια δεν υπάρχει δυνατότητα πολλαπλών κοπών λόγω άνθισης των φυτών που συνεπάγεται μη εμπορευσιμότητα των παραγόμενων φύλλων.

Όσον αφορά τη διάμετρο της ροζέτας σημαντικό ρόλο παίζει η εφαρμοζόμενη ποσότητα αζώτου καθώς τα φυτά που δέχθηκαν μέσες προς υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου και στις δύο κοπές της 1^{ης} εποχής (εκτός από τη 2^η κοπή για N 44%) είχαν μεγαλύτερη διάμετρο ροζέτας με την 1^η κοπή να έχει μεγαλύτερες τιμές από τη δεύτερη. Τα φυτά που συγκομίστηκαν όμως μία φορά είχαν καλύτερες αποδόσεις σε χαμηλό ποσοστό N σε σχέση με αυτά που συγκομίστηκαν 2 φορές και τέλος η 1^η κοπή της 1^{ης} εποχής είχε μεγαλύτερη διάμετρο ροζέτας από αυτή της 2^{ης} εποχής. Με αυτή τη μελέτη για μεγάλη τιμή στη διάμετρο προτείνεται φθινοπωρινή καλλιέργεια με μία κοπή και χαμηλό ποσοστό N. Ωστόσο, η διάμετρος της ροζέτας δεν αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό καθώς στην παρούσα μελέτη τα φυτά συγκομίστηκαν με βάση το εμπορεύσιμο μέγεθος του φυτού. Επομένως, μεγαλύτερο ρόλο παίζει το πόσο γρήγορα τα φυτά μας φτάνουν σε αυτό το μέγεθος αλλά και το πώς η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα επηρεάζει το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.

Όσον αφορά το νωπό βάρος των φύλλων για την 1^η εποχή η 1^η κοπή είχε μεγαλύτερες τιμές από τη 2^η κοπή και το σύνολο των δύο κοπών ήταν μεγαλύτερο από αυτό των φυτών που συγκομίστηκαν μία φορά. Στις δύο κοπές το νωπό βάρος αυξάνονταν με την αύξηση του ποσοστού N, ενώ για τον μάρτυρα ευνοϊκό ήταν το χαμηλό και υψηλό ποσοστό N. Η 1^η εποχή είχε υψηλότερες τιμές νωπού βάρους από τη 2^η εποχή. Αυτό σημαίνει ότι για το νωπό βάρους που ενδιαφέρει επίσης τους παραγωγούς, προτείνεται χειμερινή καλλιέργεια, με διαδοχικές κοπές και υψηλό ποσοστό N.

Το ξηρό βάρος για την πρώτη εποχή καλλιέργειας είχε μεγάλες τιμές όταν το ποσοστό N ήταν χαμηλό. Η 2^η κοπή είχε μεγαλύτερες τιμές από την 1^η (εκτός από ποσοστό N 14%). Τα φυτά που συγκομίστηκαν μία φορά είχαν μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους από αυτά που συγκομίστηκαν δύο. Η 2^η εποχή καλλιέργειας όμως είχε αρκετά μεγαλύτερες τιμές από την 1^η. Όταν λοιπόν το ενδιαφέρον των παραγωγών στρέφεται στη ξηρά ουσία του προϊόντος προτείνεται η εαρινή καλλιέργεια με μέτριο ποσοστό N αφού αποδεικνύεται ότι σε μικρότερο χρονικό διάστημα (1^η κοπή) οι τιμές είναι μεγαλύτερες από αυτές της 1^{ης} εποχής σε μεγαλύτερο διάστημα.

Όσον αφορά τα θρεπτικά στοιχεία που μετρήθηκαν παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν διαφορές ανάλογα με το ποσοστό N, το διαφορετικό στάδιο συγκομιδής καθώς και την εποχή καλλιέργειας. Το μέτριο ποσοστό N φαίνεται να δίνει τις μεγαλύτερες

τιμές K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe με μεγάλες τιμές και στο υψηλό ποσοστό N εκτός από το Ca. Το ολικό N έχει μεγάλες τιμές σε υψηλό ποσοστό N. Η 1^η εποχή 1^η κοπή φαίνεται ευνοϊκότερη για το K, Zn, Mn και Fe εκτός από το Mn που έχει μεγαλύτερη τιμή στη 2^η κοπή. Η 1^η κοπή της 2^{ης} εποχής είχε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις για το Ca, Mg και το συνολικό N.

Αντιθέτως η συγκέντρωση νιτρικών παρουσίασε παρόμοιες τιμές και στις δύο καλλιέργειες με μεγαλύτερες τιμές όταν το άζωτο ήταν 44% με μία εμφανή μείωση όταν αυξήθηκε στο 54% για την 1^η κοπή και στις 2 εποχές. Η μεγαλύτερη τιμή του παρατηρήθηκε στην 1^η εποχή κατά την 1^η κοπή.

Γενικότερα, ανάλογα με το ενδιαφέρον των παραγωγών κρίνεται απαραίτητη και η εφαρμογή του αντίστοιχου ποσοστού αμμωνιακού αζώτου. Αν τον ενδιαφέρουν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά όπως ο αριθμός των φύλλων και το νωπό βάρος τότε πρέπει να προτιμάται η φθινοπωρινή καλλιέργεια με διαδοχικές συγκομιδές και πότισμα με διαλύματα με υψηλό ποσοστό αμμωνιακού αζώτου. Αν τον ενδιαφέρουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως η συγκέντρωση χλωροφύλλης και θρεπτικών συστατικών στα φύλλα τότε θα προτιμάται η ανοιξιάτικη καλλιέργεια με ένα μέσο ποσοστό N στο 24% - 34%.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αδάμος Δ.; Αλεξιάδης Α., 2017. Μελέτη της συσσώρευσης νιτρικών σε νεαρά φυτά σπανακιού σε σχέση με το στάδιο ανάπτυξής τους. Πτυχιακή μελέτη ΤΕΙ Ηπείρου, Άρτα.

Ακουμιανάκης Κ., 2010.Επικ. Καθηγητής στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Διαφάνειες : Εναλλακτικές καλλιέργειες κηπευτικών ΓΠΑ, Αθήνα.

Αργυρού Σ., 2001.Μελέτη των επιπέδων της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και απόδοση του λάχανου (*Brassica oleracea* var. capitata) .Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.

Αυδή Μ., 2004.Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων στα φυτά της αγγουριάς. Πτυχιακή μελέτη ΤΕΙ Μεσολογγίου, Μεσολόγγι.

Βασιλείου Ε., 2017.Προσδιοριστικοί παράγοντες της τάσης κατανάλωσης τροφίμων, σύμφωνα με τα πρότυπα της μεσογειακής διατροφής .Μεταπτυχιακή μελέτη ΓΠΑ , Αθήνα.

Γεωργακόπουλος Γ.; Γώγος Χ.; Κυρίτσης Κ., 2010. Αστικά και αγροτικά διατροφικά πρότυπα στην Ελλάδα την περίοδο (1957-2005)

Θεοχαρόπουλος Α., 2016.Οξίνιση δυο ασβεστούχων εδαφών με την χορήγηση θειαφιού και όξινου νερού και επίδρασή της στο σταμναγκάθι .Πτυχιακή μελέτη Π.Θ , Βόλος.

Καραμαλάκη Ε., 2015.Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου στην ανάπτυξη, παραγωγή και μετασυλλεκτική συμπεριφορά τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών, καλλιεργούμενων σε σύστημα επίπλευσης . Μεταπτυχιακή μελέτη ΓΠΑ, Αθήνα.

Κατσαποξάκη Μ., 2015. Κρητική Διατροφή. Βασικά χαρακτηριστικά και ο ρόλος της στην πρόληψη ασθενειών .Πτυχιακή μελέτη Πανεπιστημίου Αιγαίου, Λήμνο.

Λιβέρη Α., 2017. Διατροφικές συνήθειες των Ελλήνων και μεσογειακή διατροφή .Μεταπτυχιακή μελέτη Πανεπιστημίου Πειραιώς ,Πειραιά.

Μενδώνη Ε., 2015. Επίδραση της εποχής σποράς στην ανάπτυξη και ποιότητα αυτοφυών λαχανευόμενων ειδών .Πτυχιακή μελέτη Π.Θ ,Βόλος.

Μιχαήλ Γ., 2013. Οργανικό και Ανόργανο Άζωτο στο Περιβάλλον. Πτυχιακή μελέτη ΤΕΙ Κρήτης ,Χανιά.

Μπέτση Α., 2008. Μελέτη επίδρασης των θεικών ανιόντων στη συσσώρευση νιτρικών σε φυτά μαρουλιού καλλιεργούμενου στο έδαφος με οργανική ή ανόργανη λίπανση, σε συνδυασμό με την εφαρμογή θεικών λιπασμάτων. Πτυχιακή μελέτη.

Νατσαρίδου Ε., 2015. Βιταμίνες και ανόργανα συστατικά: πηγές πρόσληψης, λειτουργίες και εκτίμηση δυνατότητας. Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.

Οικονομάκης Κ., Διατελέσας Τακτικός Ερευνητής του ΕΘΙΑΓΕ : «Τα άγρια χόρτα στην κρητική δίαιτα».

Παντζαζή Β., 2013. Επίδραση της αζωτούχου και θεικής λίπανσης στη συσσώρευση νιτρικών σε φυτά ρόκας που καλλιεργούνται σε επεξεργασμένο υπόστρωμα. Μεταπτυχιακή μελέτη Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Παπαφιλιππάκη Α., 2015. Καλλιέργεια σταμναγκαθίου σε διάφορους τύπους εδαφών με προσθήκη κομπόστ από αστικά στερεά απόβλητα ως εδαφοβελτιωτικό. Διδακτορική διατριβή Πολυτεχνείου Κρήτης , Χανιά.

Παππά Ε., 2016. Καταγραφή της διαχρονικής εξέλιξης των μορφολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών δέκα λαχανευόμενων ειδών, καλλιεργούμενων σε σύστημα επίπλευσης .Μεταπτυχιακή μελέτη Γ.Π.Α ,Αθήνα.

Πεπονάκης Κ., 2005. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη, παραγωγή και περιεκτικότητα σε νιτρικά των δύο τύπων ποικιλιών μαρουλιού σε συνθήκες δοχείου. Πτυχιακή μελέτη Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος.

Πολάκη Μ., 2011. Πρόσληψη φρούτων κα λαχανικών από παιδιά πέμπτης δημοτικού. Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Κρήτης , Σητεία.

Σπυριδόπουλος Θ. ; Καζιάνη Κ. ; Κακκαβάς Θ. ; Γιαλαμάς Σ. ; Μπαλανίκα Α. ; Μπαλτάς Χ. ; Πετρίδου Ε., Συσχέτιση του Καρκίνου με Θρεπτικά Συστατικά και Μικροδιατροφικά στοιχεία .Ιατρικά χρονικά, Τόμος ΚΑ', Τεύχος 7-8, Σελ. 337-346

Στριμμένου Β., 2011.Μεσογειακή διατροφή: παραδοσιακή σύνθεση, υγιεινο-δietetική, αξιοποίηση και προοπτική. Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Κρήτης ,Σητεία.

Τόσκας Ι., 2010.Μελέτη της ανάπτυξης και παραγωγής αδραλίδας (*Hymenopema graecum*) και σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum*) .Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Καλαμάτας ,Καλαμάτα.

Τσαγάκη Κ., 2012. Αντιμετώπιση των φυσιολογικών διαταραχών των λαχανικών κατά την αποθήκευση .Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.

Τσαγκλή Ζ., 2010. Συγκριτική μελέτη της επίδρασης του συστήματος επίπλευσης και του φυτοδοχείου στην ανάπτυξη και παραγωγή σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum*).Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Καλαμάτας ,Καλαμάτα.

Τσαμαίδη Α., 2014. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης, της εποχής σποράς και της καταπόνησης στην ανάπτυξη, στην παραγωγή, στην ποιότητα και στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά του άνηθου (*Anethum graveolens* L.). Διδακτορική διατριβή ΓΠΑ, Αθήνα.

Τσουκαλά Α., 2018. Βιταμίνες, μέταλλα και Ιχνοστοιχεία και ο ρόλος τους κατά την έντονη σωματική άσκηση .Μεταπτυχιακή μελέτη Ανοικτού Πανεπιστημίου ,Πάτρα.

Φραγκούλη Μ., 2014. “Η εδώδιμη αρωματική χλωρίδα της περιοχής Ελούντας Μεραμπέλου. Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο.

Φτούλη Μ., 2005. Ποιότητα και ασφάλεια λαχανοκομικών ειδών .Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.

Ψαρουδάκη Α., 2005. Τα αντιοξειδωτικά στα άγρια χόρτα και λαχανικά της παραδοσιακής ελληνικής διατροφής .Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Κρήτης, Σητεία.

Ψαρουδάκη Α., 2012. Καταγραφή, βοτανική ταυτοποίηση ,γενετική ποικιλότητα και ιδιότητες αυτοφυών εδώδιμων φυτών της Κρήτης συμμετοχή τους στο σύγχρονο διατροφικό πρότυπο .Διδακτορική διατριβή ΓΠΑ, Αθήνα.

Ψαρουδάκη Ε., 2009. Τα αυτοφυή λαχανευόμενα φυτά στο οροπέδιο της Ζιρού και η κατανάλωση τους από τους κατοίκους της περιοχής σήμερα .Πτυχιακή μελέτη ΑΤΕΙ Κρήτης, Σητεία.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anesti S.; Fasoli K.; Petropoulos S.; Ntatsi G.; Antoniadis V.; Ferreira I. 2016. Effect of ammonium fertilizer on growth and quality of *Cichorium spinosum* plants. Proceedings of VII International Scientific Agriculture Symposium “Agrosym 2016”, pp. 827–833.

Antoniadis V.; Polyzois T.; Golia E.; Petropoulos S. 2017. Hexavalent chromium availability and phytoremediation potential of *Cichorium spinosum* as affect by manure, zeolite and soil ageing. Chemosphere 171 : 729-734.

Chatzigianni M.; Alkhaled B.; Livieratos I.; Stamatakis A.; Ntatsia G.; Savvas D. 2017. Impact of nitrogen source and supply level on growth, yield and nutritional value of two contrasting ecotypes of *Cichorium spinosum* L. grown hydroponically. Journal of the Science of Food and Agriculture 4: 1615-1624.

Zhang, J.; Liang, Z.; Jiao, D.; Tian, X.; Wang, C. 2018. Different water and nitrogen fertilizer rates effects on growth and development of spinach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 49: 1922-1933.

Petropoulos S. 2016. Wild Edible Medicinal Plants of the Mediterranean Basin. *Medicinal & Aromatic Plants* 5(3): E173.

Petropoulos S.; Fernandes A.; Antoniadis V.; Ntatsi G.; Barros L.; Ferreira I. 2018. Chemical composition and antioxidant activity of *Cichorium spinosum* L. leaves in relation to developmental stage. *Food Chemistry* 239: 946–952

Petropoulos S.; Fernandes A.; Barros L.; Ferreira I. 2017. A comparison of the phenolic profile and antioxidant activity of different *Cichorium spinosum* L. ecotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 498(1): 183-189.

Petropoulos S.; Fernandes A.; Karkanis A.; Antoniadis V.; Barros L.; Ferreira I. 2018. Nutrient solution composition and growing season affect yield and chemical composition of *Cichorium spinosum* plants. *Scientia Horticulturae* 231 : 97–107

Petropoulos S.; Fernandes A.; Karkanis A.; Ntatsi G.; Barros L.; Ferreira I. 2017. Successive harvesting affects yield, chemical composition and antioxidant activity of *Cichorium spinosum* L. *Food Chemistry* 237: 83–90

Petropoulos S.; Fernandes A.; Ntatsi G.; Levizou E.; Barros L.; Ferreira I. 2016. Nutritional profile and chemical composition of *Cichorium spinosum* ecotypes. *LWT-Food Science and Technology* 73: 95-101

Petropoulos S.; Fernandes A.; Ntatsi G.; Levizou E.; Barros L.; Ferreira I.; Petrotos K.; Akoumianakis K. 2017. Salinity effect on nutritional value, chemical composition and bioactive compounds content of *Cichorium spinosum* L. *Food Chemistry* 214 : 129–136.